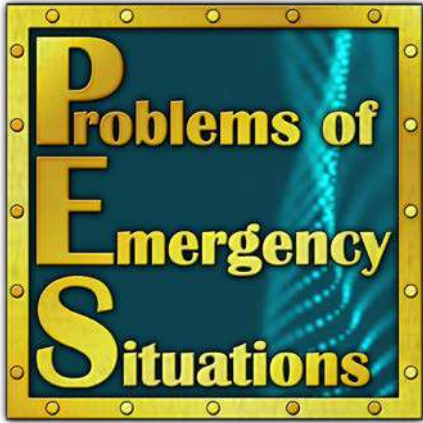


ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ



Міжнародна
науково-практична конференція

Проблеми
надзвичайних
ситуацій

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Харків
19 травня 2023 року

Редакційна колегія

САДКОВИЙ Володимир, доктор наук з державного управління, професор, ректор Національного університету цивільного захисту України (Україна);

АНДРОНОВ Володимир, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

БАМБУРА Андрій, доктор технічних наук, професор, ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (Україна);

ВАСИЛЬЧЕНКО Олексій, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

ВАСЮКОВ Сергій, PhD, Національний інститут ядерної фізики (Італія);

GEROLIN Augusto, PhD, Faculty of Sciences University of Ottawa (Canada);

ГОЛІНЬКО Василь, доктор технічних наук, професор, НТУ «Дніпровська політехніка» (Україна);

ГОЛОДНОВ Олександр, доктор технічних наук, професор, ТОВ «Стальпроектконструкція ім. В. М. Шимановського» (Україна);

ДАДАШОВ Ільгар, доктор технічних наук, Академія Міністерства надзвичайних ситуацій Азербайджанської Республіки (Азербайджан);

ДАНЧЕНКО Юлія, доктор технічних наук, професор, Національна академія Національної гвардії України (Україна);

КОНДРАТЬЄВ Андрій, доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова (Україна);

МИХАЙЛОВСЬКА Юлія, PhD, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

ОТРОШ Юрій, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

ПЕТРУК Василь, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет (Україна);

РИБКА Євгеній, доктор технічних наук, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

РОМІН Андрій, доктор наук з державного управління, професор, Національний університет цивільного захисту України (Україна);

СЕМКО Володимир, доктор технічних наук, професор, Інституту будівництва факультету цивільної та транспортної інженерії Познанської Політехніки, Познань, (Польща);

SKATKOV Leonid, PhD, Ben Gurion University of Negev (Israel);

СУР'ЯНИНОВ Микола, доктор технічних наук, професор, Одеська державна академія будівництва та архітектури (Україна);

TURUTANOV Oleh, PhD, Comenius University (Slovakia)

Відповідальний секретар:

РАШКЕВИЧ Ніна, PhD, Національний університет цивільного захисту України (Україна)

Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків : Національний університет цивільного захисту України, 2023. 464 с.

Видання містить матеріали міжнародної науково-практичної конференції «**Problems of Emergency Situations**», яка відбулася на базі Національного університету цивільного захисту України, за такими тематичними напрямками: запобігання надзвичайним ситуаціям; науково-практичні аспекти моніторингу та управління у сфері цивільного захисту; реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків; хімічні технології та інженерія, радіаційний та хімічний захист; екологічна безпека та охорона праці.

*Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки
(протокол № 8 від 17 квітня 2023 року).*



Шановні колеги та колежанки!

Маю за честь вітати всіх учасників щорічної Міжнародної науково-практичної конференції «Problems of Emergency Situations».

Вперше в історії Державної служби України з надзвичайних ситуацій, починаючи з 2020 року, Національним університетом цивільного захисту України започаткована конференція з можливістю опублікування статей в наукових журналах «Materials Science Forum», «Solid State Phenomena», «Key Engineering Materials», індексованих наукометричною базою Scopus.

На сьогоднішній день в університеті сформувався потужний науковий потенціал, а саме: 50 докторів наук, 179 кандидатів наук та докторів філософії, 36 професорів, 147 доцентів та старших дослідників. За даними міжнародної наукометричної бази Scopus, до профілю університету входить понад 600 статей, h-індекс – 28.

Приємно відзначити участь у конференції великої кількості закладів вищої освіти як України, так і закордонних наукових та освітніх закладів.

У конференції беруть участь вчені з Азербайджану, Естонії, Ізраїлю, Італії, Казахстану, Канади, Малайзії, Нігерії, Німеччини, Польщі, Словаччини, Чехії.

Забезпечення інноваційних напрямків розвитку системи цивільної безпеки, передові ідеї вчених, активне використання сучасних технологій з урахуванням можливостей міжнародного співробітництва сприятимуть досягненню загального результату.

Сподіваюсь, що отримані наукові результати, об'єднані в збірнику Конференції, будуть корисними для всіх учасників та знайдуть своє впровадження в практичній діяльності і в подальшій науково-дослідницькій роботі.

Бажаю всім учасникам невичерпної енергії на шляху нових наукових звершень, налагодження партнерських і дружніх контактів, результативних рішень, творчої наснаги та успіхів у професійній діяльності!

«...Нашим головним завданням була і залишається якісна підготовка фахівців!...»

Ректор Національного університету
цивільного захисту України

Володимир САДКОВИЙ

СЕКЦІЯ 1

ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

УДК 614.84:661.96

ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОЯВИ ГОРЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА
В ГАЗОГЕНЕРАТОРІ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПОДАЧІ ВОДНЮ*Абрамов Ю.О., д.т.н., професор,**Кривцова В.І., д.т.н., професор,**Михайлюк А.О., к.т.н., с.н.с.**Національний університет цивільного захисту України*

Серед усіх представлених «зелених» альтернатив водень, завдяки своїй великій кількості та різноманітним технологіям виробництва, стає більш життєздатним екологічно чистим джерелом енергії [1]. Очікується, що він стане одним із найважливіших носіїв енергії в 21 столітті [2]. Цей напрям діяльності одержав назву – воднева економіка [3] – система, в якій водень виробляється та використовується як основний енергоносіє. Однак під час зберігання, транспортування та застосування водню вплив різних факторів, таких як пошкодження матеріалу, дефекти конструкції, помилки при експлуатації або зовнішні зіткнення та удари, можуть призвести до появи пожежовибухонебезпечних ситуацій [4]. У зв'язку із цим виникає необхідність в проведенні досліджень, направлених на визначення можливості виникнення пожежовибухонебезпечних ситуацій в системі зберігання та подачі водню.

Утворення горючого середовища в системі зберігання та подачі водню є необхідною умовою для виникнення пожежовибухонебезпечної ситуації. Подію, яка відповідає утворенню горючого середовища в k -му елементі системи зберігання та подачі водню, можна описати оператором A_k . Для реалізації цієї події необхідно та достатньо виконання двох умов, формалізація яких описується виразом

$$A_k = A_{k1} \cap A_{k2}, \quad (1)$$

де A_{k1} – оператор, який відповідає появі в k -му елементі системи зберігання та подачі водню достатньої кількості горючої речовини; A_{k2} – оператор, який відповідає появі в k -му елементі системи зберігання та подачі водню достатньої кількості окислювача.

Для операторів A_{k1} та A_{k2} має місце

$$A_{k1} = A_{k11} \cup A_{k12} \cup A_{k1i} \dots A_{k1n}; \quad (2)$$

$$A_{k2} = A_{k21} \cup A_{k22} \cup A_{k2j} \dots A_{k2m}, \quad (3)$$

де A_{k1i} – оператор реалізації i -ої причини появи в k -му елементі системи зберігання та подачі водню достатньої кількості горючої речовини ($i=1, 2, \dots, n$); A_{k2j} – оператор реалізації j -ої причини появи в k -му елементі системи зберігання та подачі водню достатньої кількості окислювача ($j=1, 2, \dots, m$).

Слід зазначити, що виявлення i -их та j -их причин має суб'єктивний характер, а визначення ймовірності появи фрагментів горючого середовища, які формалізуються за

допомогою операторів A_{k1i} та A_{k2j} , потребує наявності статистичних даних. Як правило, такі статистичні дані відсутні або їх вибірка є дуже малою. Одним із шляхів виходу з цієї ситуації є використання гіпотези, згідно з якою цим ймовірностям (або їх частині) відповідають ймовірності відмов елементів системи, що унеможливають появу відповідних подій [5]. Однак, в цьому випадку не враховується вплив параметричних відмов елементів системи зберігання та подачі водню, а вплив суб'єктивного фактора не виключається. Суттєво послабити вплив суб'єктивного фактора можливо, якщо перейти на більш високий ієрархічний рівень при одержанні оцінок ймовірностей відмов. Для цього доцільно використовувати замість ймовірностей появи фрагментів горючого середовища в k -му елементі системи зберігання та подачі водню внаслідок прояву i -их та j -их причин інтегральні показники – ймовірності утворення горючого середовища в k -му елементі такої системи. Ці ймовірності можуть бути визначені через ймовірності безвідмовної роботи відповідних елементів системи зберігання та подачі водню.

В системі зберігання та подачі водню в першому наближенні можна виділити найбільш важливі функціональні елементи, які можуть обумовлювати появу в ній горючого середовища. До таких елементів відносяться трубопровід T і газогенератор G із контуром стабілізації тиску S .

Ймовірність утворення горючого середовища в системі зберігання та подачі водню в цьому випадку буде визначатися виразом

$$Q = Q_1 + (1 + Q_1)Q_2, \quad (4)$$

де Q_1 , Q_2 – ймовірність утворення горючого середовища в трубопроводі та в газогенераторі із контуром стабілізації тиску відповідно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Moradi R., Groth K. M. Hydrogen storage and delivery: Review of the state of the art technologies and risk and reliability analysis. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2019. Vol. 44 (23). P. 12254–12269. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.03.041>
2. Shen C., Ma L., Huang G., Wu Y., Zheng J., Liu Y., Hu J. Consequence assessment of high-pressure hydrogen storage tank rupture during fire test. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2018. Vol. 55. P. 223–231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.06.016>
3. Abe J. O., Popoola A. P. I., Ajenifuja E., Popoola O. M. Hydrogen energy, economy and storage: Review and recommendation. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2019. Vol. 44. P. 15072–15086. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.04.068>
4. Liu Y., Liu Zh., Wei J., Lan Y., Yang S., Jin T. Evaluation and prediction of the safe distance in liquid hydrogen spill accident/ *Process Safety and Environmental Protection*. 2021. Vol. 146. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.08.037>
5. Михайлюк А. А., Абрамов Ю. А. Кривцова В. И. Математическая модель уровня пожарной опасности систем хранения и подачи водорода/ *Проблемы пожарной безопасности*. 2020. Вып. 48. С. 119–123. URL: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/zbirky-naukovykh-prats-pb/ppb48/16.pdf>

ВПЛИВ МОДЕЛЮВАННЯ ОБПИРАННЯ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТІВ

Азізов Т.Н.¹, д.т.н., професор,

Роландо П.², аспірант,

Майстренко О.Ф.², к.т.н, доцент

¹Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,

²Одеська державна академія будівництва та архітектури

Однією з найпоширеніших схем спирання перекриттів є схема обпирання по контуру. Відомо, що теоретично в кутових точках плит, опертих по контуру, виникають вертикальні зосереджені реакції, спрямовані вниз (протилежно до інших реакцій). Цей фактор знижує розрахункові значення максимальних згинальних моментів та максимальних прогинів у центрі плити в порівнянні з реальними моментами та прогинами. Це пов'язано з фактом, що кути вільно опертої плити на практиці піднімаються (відриваються від опори), а в розрахунковій схемі вважається, що ці точки контуру плити не мають вертикальних переміщень.

У багатьох випадках плита перекриття частково закладається у стіни будівлі. Найбільш правильною моделлю в такому випадку є модель, коли скінчені елементи плити з'єднуються з плоскими скінченими елементами, що моделюють стіни, на які спираються плити. На практиці часто зустрічаються спрощені схеми моделювання таких перекриттів. До таких моделей відносяться модель шарнірного спирання, а також модель жорсткого спирання плити. Межі застосування таких моделей повинні бути перевірені та обґрунтовані. Для того, щоб дозволити вільне переміщення вузлів скінчено-елементної схеми вгору, в розрахункову схему зазвичай вводяться одновузлові скінчені елементи (наприклад, СЕ № 251 в програмі Lira), які сприймають тільки стискаючі зусилля. Аналіз результатів розрахунків свідчить, що вертикальне переміщення (вгору) кутових зон плити відбувається на досить великій відстані. Так, для плити розміром 6х6 м довжина ділянки, яка переміщається вгору, становить 1700 мм, що більше, ніж $\frac{1}{4}$ прольоту плити з кожного боку.

Дані розрахунків свідчать також про те, що максимальний прогин у центрі плити при врахуванні фактора переміщення кутових зон може відрізнятись до 10 % (для квадратних у плані плит), що обов'язково повинно враховуватися при проектуванні. Ця відмінність зменшується зі збільшенням відношення довжин прольотів плити.

За наявності перешкоди переміщенню граней плит вгору (наприклад, вага стіни, парапету тощо) у кожному конкретному випадку цей фактор слід враховувати при розрахунку. І тут слід варіювати максимально допустиме зусилля в одновузловому скінченному елементі розрахункової схеми.

Особливо важливим є врахування відриву плити у кутових зонах під час обробки експериментальних даних, тому що в експериментах плити, що обперті по контуру, вільно спираються на жорсткі опори і кутові зони можуть вільно переміщуватись вгору. У зв'язку з цим результати перевірки тієї чи іншої теорії експериментальними даними слід критично оцінювати з урахуванням сказаного фактора. Так, широко відомі експериментальні дані Г. Баха, щодо випробування залізобетонних плит, які дуже часто в літературі дослідники використовують для перевірки своїх теоретичних розробок, однак при цьому моделюють жорстке шарнірне обпирання, що є помилкою.

М.І. Карпенко фактор відриву кутів плит враховував при складанні граничних умов спирання плит. Однак, у цих граничних умовах враховувався відрив лише кутових точок плити на основі лінійної залежності вертикального переміщення кута плити від прогину в центрі плити. Насправді ж відрив від опори відбувається на досить великій ділянці. Це,

звичайно, вносить похибки, проте, порівняно з розрахунками без урахування відриву кутових зон такий підхід є більш правильним.

Сучасні способи розрахунку плит з використанням програмних комплексів дозволяють враховувати названий фактор точно. Однак, не дивлячись на це, у переважній більшості робіт дослідники і проектувальники при розрахунку в скінчено-елементній схемі задають жорстке шарнірне обпирання, тобто накладають обмеження переміщення всіх контурних точок плити у вертикальному напрямку (у напрямку осі Z).

Зупинимося тепер на іншому важливому аспекті врахування граничних умов для розрахунку плит перекриттів. Як було зазначено, плити перекриттів, обперті по контуру, мають пригруз від стін верхнього поверху. З одного боку, цей пригруз перешкоджає вертикальному переміщенню кутових зон плити, що було розглянуто вище. З іншого боку – це часткове защемлення. Величина опорного моменту залежить від довжини ділянки спирання, виду та міцності кладки стін, на які спирається плита, від жорсткості плити. У цьому випадку рекомендується в розрахунковій схемі використовувати елементи, що моделюють пружну основу. Причому в перекриттях середніх поверхів можна приймати такі елементи без обмеження, тому що розтяг на одній грані (наприклад, на нижній грані плити) може розглядатися як стиск на іншій грані і навпаки.

Жорсткість стрижнів, що імітують деформацію стіни, рекомендується підбирати наступним чином. З теорії пружності відомо, що деформацію пружного напівпростору можна визначити за формулою:

$$\Delta = \frac{\omega \cdot p \cdot b(1 - \mu^2)}{E}, \quad (1)$$

де ω – параметр, який залежить від співвідношення розмірів ділянки тиску; p – розподілене навантаження по ділянці; b – ширина ділянки дії навантаження $a \times b$; μ , E – відповідно коефіцієнт Пуассона та модуль пружності матеріалу пружного напівпростору. Якщо прийняти висоту стрижнів (опор плити) рівною h , то прирівнюючи величину Δ за (1) величині переміщення стрижня при стисненні-розтягненні за відомою формулою опору матеріалів, отримаємо значення осьової жорсткості EA стрижня, що імітує деформацію пружного напівпростору:

$$EA = \frac{h \cdot E \cdot a}{\omega(1 - \mu^2)} \quad (2)$$

З метою спрощення без значної втрати точності переріз стрижнів можна прийняти квадратним. У такому разі величина ω дорівнюватиме $\omega=0.88$, а розмір $a=b$ квадратного перерізу стрижня прийняти рівним розміру плоского скінченого елемента, що моделює роботу плити перекриття. Для перевірки правильності описаного вище підходу було проведено розрахунок перекриття, що спирається на цегляні стіни, у двох варіантах схеми розрахунку. Перекриття завтовшки 200 мм, розмірами в плані 6×6 м; глибина закладення плити в стіну становить 200 мм. 1 варіант – варіант, коли стіни і плита описані плоскими елементами оболонки. 2 варіант – плита, оперта на стрижні, що моделюють пружний напівпростір з визначенням жорсткості стрижнів за (2). В результаті розрахунку отримано, що різниця максимального прогину в центрі плити за двома варіантами становить 4 %, а різниця у значенні максимального згинального моменту становить 2,2 %, що говорить про досить високу точність такої апроксимації. Розрахунки показують, що моделювання за запропонованою схемою мало відрізняється від реальної схеми. А при моделюванні у вигляді шарнірного або жорсткого спирання плити з'являється похибка. Таким чином, при розрахунку перекриття, опертого на стіни і закладеного в ці стіни, можна використовувати схему спирання на стрижні з підбором їхньої жорсткості за формулою (2). При цьому відпадає потреба моделювання стіни, що ускладнює завдання схеми та збільшує кількість невідомих.

НАЙБІЛЬШ ЕФЕКТИВНІ ГЕМОСТАТИЧНІ ЗАСОБИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ВАЖЛИВІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

*Бабенко М.С.,
Луцак О.О., к.м.н.*

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Незважаючи на значний науково-технічний прогрес за останні роки, травми, як і в давні часи, залишаються головною причиною смертності. У підтвердження важливості даного явища, найдавніший відомий людству медичний документ, папірус Едвіна Сміта, датований приблизно 1500 р. до н. е., присвячений саме травматичним пораненням [1]. З тих часів було зроблено безліч удосконалень у сфері їх лікування, втім на сьогоднішній день зберігається високий рівень смертності серед осіб, які були знайдені живими, але загинули на етапах догоспітальної допомоги і транспортування після виникнення надзвичайних ситуацій (НС). Найбільш гостро проблема стоїть по відношенню до військових, серед яких цей показник доходить до 90 %. Серед цивільних статистика менш негативна і чисельність таких втрат серед них – 30–40 % [2]. У свою чергу, геморагічний шок як наслідок травми з масивною крововтратою, продовжує бути головною причиною смерті в бою і другою причиною смерті мирного населення при НС. Головним чином ця відмінність виникає через обмежений час для надання допомоги на полі бою, більш часте виникнення важких травм і вищий ризик виникнення додаткових поранень в таких умовах [3,7]. Таким чином, в умовах НС будь-якого характеру, при виникненні травм з масивними кровотечами, у першу чергу повинна бути здійснена ефективна зупинка останніх (гемостаз).

Визначення видів травм, що найчастіше призводять до масивних геморагій при НС та на полі бою. Встановлення найбільш ефективних методів гемостазу в даних умовах, актуальних видів та окремих засобів для здійснення цього й головних вимог до таких засобів з урахуванням фізіологічних принципів зупинки кровотечі.

Більшість бойових ран, і, найчастіше, кровотеч як їх наслідків, припадають на кінцівки і є наскрізними. Масивні геморагії з кінцівок складають більше половини усіх превентивних смертей як на полі бою, так і при виникненні НС у мирній обстановці з деякими відмінностями у видах травм. Після кінцівок ідуть так звані зони стику на тілі (шия, пахвинна на пахова ділянки) з відповідними крупними судинами [3]. Через тривале очікування евакуації та більш важкі травми в бойових умовах, місцеві кровоспинні засоби та пов'язки відіграють значущу роль у підвищенні рівня виживання поранених у цих умовах, ніж при НС у мирний час [5].

Види гемостатичних засобів: пов'язки (швидкі концентратори, мукоадгезивні агенти, джерела прокоагулянтів), засоби для механічної зупинки кровотечі (джгути, турнікети і т. п.), препарати для зовнішнього та внутрішнього застосування. Найбільш вживані та ефективні з них (комерційні назви): QuickClot, Celox, mRDH, TraumaStat, HemCon, WoundStat та ін. [3] Гемостаз в умовах НС та на полі бою здійснюють в основному за допомогою топічних (місцевих) засобів, оскільки їхня дія найбільш швидка і неспецифічна, що визначає їх ефективність при даних обставинах [4]. Процес місцевого гемостазу проходить в кілька послідовних стадій: звуження судин внаслідок дії місцевих факторів (стінок судин, формених елементів крові тощо) та нервових і гуморальних чинників організму (дія біоактивних речовин на стінку судин); активація коагуляційного каскаду (шляхи активації протромбінази, утворення фібрину); утворення кров'яних згустків (тромбів) за участю майже всіх клітин крові. Отже, будь-які методи

прискорення даних процесів будуть дієвими для досягнення швидшої зупинки кровотечі [2].

В 2003 р. Pusateri та ін. [6], разом з USAISR (U. S. Army Institute of Surgical Research) розробили список ідеальних властивостей гемостатичних засобів для догоспітального застосування при НС та на полі бою. Вони включають: здатність зупинити масивну кровотечу за 2 хв.; можливість застосування без попередньої підготовки засобу та рани; легке застосування нетренованою людиною і самим пораненим; легкість та міцність; мінімальний дворічний термін придатності і можливість зберігання в екстремальних умовах; безпечність у використанні; дешевизна. Також важлива легкість зняття топічних засобів для подальшої хірургічної обробки рани, їх гнучкість та еластичність (через мінливу геометрію поранень) [3].

Гемостатичні засоби відіграють ключову роль у збереженні життя та попередженні превентивних смертей в умовах НС різного характеру, в тому числі на полі бою, оскільки саме масивні кровотечі є головними в їх високій поширеності. Необхідно продовжувати розробку нових та підтримувати і розширювати вироблення вже існуючих засобів, адже ідеального гемостатика досі не створено, а поширеність та доступність даних надзвичайно важливих засобів, які можуть рятувати безліч життів як на полі бою, так і в мирний час в умовах НС, повинні максимально зростати. З цією ж метою відповідальні служби всіх країн світу, у тому числі й України, повинні прикладати максимум можливих зусиль для забезпечення медичних служб військ та органів захисту населення від наслідків НС найбільш сучасними та ефективними гемостатичними засобами, проводити навчання з їх використання та ін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Morrison C. A. The prehospital treatment of the bleeding patient--dare to dream. *The Journal of surgical research*. 2013. 180(2). P. 246–247. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.12.022>
2. Holcomb J. B. Methods for improved hemorrhage control. *Critical care*. 2004. 8 Suppl 2(Suppl 2). P. S57–S60. DOI: <https://doi.org/10.1186/cc2407>
3. Khoshmohabat H., Paydar S., Kazemi H. M., & Dalfardi B. Overview of Agents Used for Emergency Hemostasis. *Trauma monthly*. 2016. 21(1). e26023. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4869418/>
4. Lier H., Krep H., Schroeder S., & Stuber F. Preconditions of hemostasis in trauma: a review. The influence of acidosis, hypocalcemia, anemia, and hypothermia on functional hemostasis in trauma. *The Journal of trauma*. 2008. 65(4). P. 951–960. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318187e15b>
5. Ward K. R., Tiba M. H., Holbert, W. H., Blocher C. R., Draucker G. T., Proffitt E. K., Bowlin G. L., Ivatury R. R., & Diegelmann R. F. Comparison of a new hemostatic agent to current combat hemostatic agents in a Swine model of lethal extremity arterial hemorrhage. *The Journal of trauma*. 2007. 63(2). P. 276–284. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3180eea8a5>
6. Pusateri A. E., McCarthy S. J., Gregory K. W., Harris R. A., Cardenas L., McManus A. T., & Goodwin C. W., Jr. Effect of a chitosan-based hemostatic dressing on blood loss and survival in a model of severe venous hemorrhage and hepatic injury in swine. *The Journal of trauma*. 2003. 54(1). P. 177–182. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005373-200301000-00023>
7. Домедична допомога в екстремальних ситуаціях та медичний захист населення в надзвичайних ситуаціях / Навчальний посібник для підготовки фахівців першого (освітньо-професійного) рівня, галузь знань 22 «Охорона здоров'я», спеціальність 227 «Фізична терапія, ерготерапія» (1 курс) (за загальною редакцією Волянського П. Б. та Гринзовського А. М.) / Гринзовський А. М., Волянський П. Б., Калашченко С. І. та ін. Київ: ІДУЦЗ, 2018. 216 с.

ДО ПИТАНЬ КРИТЕРІВ БЕЗПЕКИ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СКЛЯНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА ШЛЯХАХ ЕВАКУАЦІЇ

*Балло Я.В., к.т.н.,
Сізіков О.О., к.т.н., с.н.с.,
Ніжник В.В., д.т.н., с.н.с.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

На сьогоднішній день скляні конструкції та скляні елементи у будівлях та спорудах різного функціонального призначення набувають все більшого застосування та поширення. Це обумовлено, як декоративними тенденціями та стилями в архітектурі так і практичними перевагами даних матеріалів. Відповідно до вимог пункту 2.37 розділу III Правил пожежної безпеки в Україні [1] не допускається заміняти скло, що не дає скалок при руйнуванні, на звичайне у дверях. Ця вимога вже багато років застосовується з метою унеможливлення травмування людей під час їх евакуації у випадку виникнення пожежі або інших причин. Окрім цього, відповідно до вимог пункту 7.3.28 ДБН В.1.1-7 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [2] відзначено, що Двері сходових кліток типів СК1, СК2, Н1, а також двері виходів на сходи типу С3, повинні бути суцільними або з армованим склом. Слід відзначити, що вимога [2] щодо регулювання конкретного типу заповнювача, а саме «армованого скла» не є параметричною на відміну вимог [1], де визначено лише критерій, а саме забезпечення відсутності скалок. На рисунку 1 наведено приклад скляних дверей та дверей із скляними елементами.



Рис. 1. Приклади конструкцій заповнення прорізів із скляними елементами.

На сьогоднішній день, вимоги [1–2] не містять посилань на критерії або стандарти, які їх визначають стосовно забезпечення відсутності утворення небезпечних скалок, уламків та інших небезпечних для людей чинників. Слід розуміти, що уникнення повного руйнування скляних частин у конструкціях дверей, стін (перегородок) або декоративних елементах приміщень в разі непередбачених механічних впливів фактично неможливо. Разом із тим, можливо визначити критичні значення мінімально допустимих розмірів уламків з точки зору безпеки, їх ріжучих властивостей в частині забезпечення збереження здоров'я та безпеки людей тощо.

Також можливі варіанти адаптації існуючих скляних конструкцій на шляхах евакуації до визначених вимог безпеки, зокрема в частині забезпечення їх цілісності в разі певного механічного впливу. Такими заходами адаптації можуть бути захисні плівки, які покращують цілісні характеристики скляних конструкцій чи виробів, а також підвищують міцність скляних елементів вцілому.

Під час розроблення методики оцінки відповідності безпеки конструкцій із використанням скляних елементів можливо взяти за основу методики та критерії ДСТУ Б В.2.7-23–2004 «Скло багат шарове будівельного призначення» [3] та зокрема методи випробування багат шарового скла, які застосовуються при оцінці міцнісних характеристик та оцінки стійкості скла при ударах.

Одним із найважливіших питань оцінювання забезпечення умов безпеки при використанні конструкцій із скляними елементами є критерії збереження життя та здоров'я людей, зокрема в частині захисту від порізів. Серед структурно-механічних властивостей скляних елементів, які можуть бути перевірені в частині обґрунтування зниження ймовірності поранення людини, можуть бути використані водонаповнені поліетиленові або целофанові ємкості, які є досить вразливими до гострих та ріжучих елементів. Такі водонаповнені індикатори можуть імітувати зовнішній покрив та захисний бар'єр тіла людини, а саме шкіру. Разом із тим, під час розроблення будь якого методу оцінки умов безпеки необхідно дослідити досвід інших країн та існуючі методики, які стосуються параметрів забезпечення належних умов евакуації.

Розроблення методики проведення випробувань щодо оцінювання безпеки конструкцій із скляними елементами, а також визначення критеріїв безпеки дозволить не тільки забезпечити усунення недоліків в нормативно-правовому регулюванні даної вимоги, але і забезпечити підвищення індивідуальної безпеки людей, зокрема при здійсненні їх евакуації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України № 252/26697. 2014. (Україна).
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 35 с.
3. Інститут скла. Скло багат шарове будівельного призначення. Технічні умови (ДСТУ Б В.2.7-123-2004). ДП УкрНДНЦ. 2005. С. 47.

ЗБІЛЬШЕННЯ ЧАСУ БЕЗПЕРЕРВНОЇ РОБОТИ АЛМАЗНОГО РІЗАЛЬНОГО ДИСКА ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІЗНИХ ОХОЛОДЖУЮЧИХ СЕРЕДОВИЩ І ПРИСТОСУВАНЬ

*Беспалова А.В.¹, д.т.н., професор,
Дашковська О.П.¹, к.т.н., доцент,
Книш О.І.¹, к.т.н., доцент,
Файзуліна О.А.¹, к.т.н., доцент,
Чумаченко Т.В.², д.т.н., професор*

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури,

²Одеський національний політехнічний університет

Розрізання природних та штучних будівельних матеріалів найчастіше здійснюється алмазними різальними дисками на металевій основі при швидкостях різання близько 50–80 м/с. Інтенсивність процесу розрізання викликає суттєве тепловиділення, внаслідок якого температура диска підвищується до неприйнятних величин близько 600–650 °С. За цих температур відбувається графітизація алмазних зерен тобто. втрата алмазоносного шару та втрата ріжучих властивостей. Охолодження круга, нагрітого при розрізанні каменю, відбувається за рахунок контактного теплообміну між кругом і граничним шаром. Контактний теплообмін між кругом і граничним шаром недостатньо ефективний для істотного зниження температури круга і збільшення часу його безперервної роботи. Зниження температури круга можливо за рахунок «заміни» повітряного граничного шару на граничний шар, що складається з деякого охолоджуючого середовища, теплообмін з яким відводить від круга значну кількість теплової енергії.

У цьому дослідженні температура кола вимірювалася після хвилини безперервної роботи. Круг зупинявся в нерухомому стані за рахунок спеціальної електросхеми гальмування і безпосередньо після зупинки температура вимірювалася термодатчиком.

Вимірювання температури круга проводилося при розрізанні без охолодження, при розрізанні з повітряним охолодженням температурою –50 °С за допомогою трубки Ранка-Хілша [1], при охолодженні туманом, за рахунок дрібного ежекторного розпилення води, при охолодженні 5 % розчином содовим води. При вимірюванні температури при розрізанні навколо без охолодження, процес тривав протягом хвилини, після чого коло електрично гальмувалося, і термодатчик торкався його бічної поверхні.

Охолодження різального круга трубою Ранка-Хілша. Трубка Ранка-Хілша є дешевим і малогабаритним пристроєм, який при підключенні до компресора створює потік повітря з температурою –40 °С (рис. 1). Для використання у виробничих умовах таке зниження температури є простим та мінімально енерговитратним.

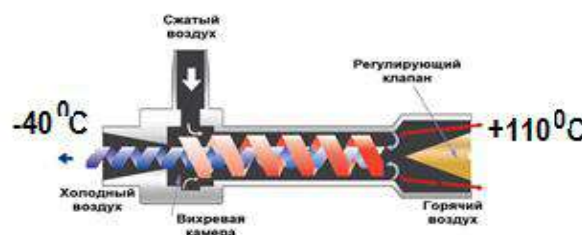


Рис. 1. Трубка Ранка-Хілша.

Охолодження різального круга дрібнорозпиленним охолоджуючим середовищем (ОС) (туманом) за допомогою ежекторної трубки. Повітря від джерела 6 ат проходить по

трубці з великою швидкістю, в результаті чого в трубці створюється розрідження і здійснюється підсос рідини. Дрібнорозпорошена рідина у вигляді туману направляється на круг по дотичній, створюючи, по аналогії з першим випадком, «новий» прикордонний шар, між яким і кругом відбувається контактний теплообмін.

Результати вимірювання температури представлені на рис. 2.

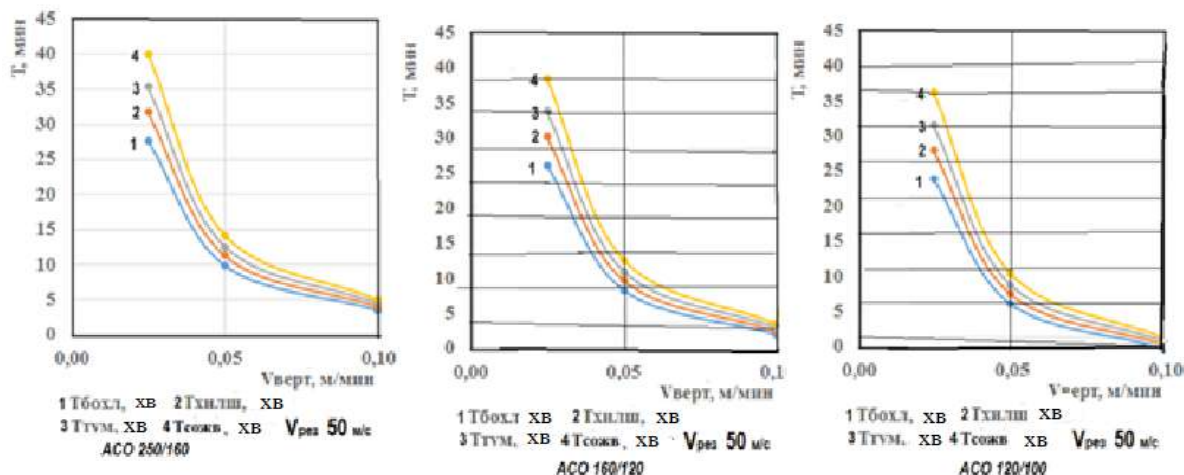


Рис. 2. Дослідження зміни температури круга в залежності від режимів роботи.

Значне зниження температури відбувається внаслідок мінливих умов теплообміну. При теплообміні круга з охолоджувальним середовищем (ОС) на водяній основі необхідно враховувати, що тут можливі два види теплообміну:

1. Теплообмін круга з ОС, коли температура круга трохи нижче $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. У цьому випадку здійснюється конвективний процес теплообміну за схемою «обтікання плоскої пластини потоком рідини».

2. Теплообмін круга, нагрітого вище $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. У цьому випадку вода, яка потрапляє на поверхню круга, закипає і можливі три випадки охолодження:

а) Охолодження через парову плівку. В цьому випадку теплообмін відбувається за схемою «поверхня – пар». Коефіцієнт теплообміну при цьому невисокий, оскільки теплопровідність пара майже така ж, як і теплопровідність повітря. Такий вид охолодження можливий при обтіканні ламінарним потоком рідини, який не руйнує парову плівку.

б) Охолодження при бульбашковому кипінні води. Вода, що потрапила на нагріту поверхню, кипить бульбашками. Це найефективніший процес теплообміну. Він можливий при турбулентному обтіканні нагрітої поверхні.

в) Охолодження при змішаному характері кипіння. Режим подачі ОС такий, що спочатку утворюється парова плівка, потім вона зривається, настає бульбашкове кипіння, а потім процес повторюється.

Випробування показали, що при охолодженні круга струменем ОС на водяній основі необхідно забезпечити достатньо високу швидкість його руху, щоб обтікання круга потоком ОС проходило в турбулентному режимі, що дозволяє отримати при охолодженні режим бульбашкового кипіння і значно збільшити час роботи різального круга в безперервному режимі. Після закінчення роботи розрізання круг слід охолоджувати поливом ОС на водяній основі. Це дає можливість різко скоротити час охолодження круга і отримати ефективний робочий цикл «розрізання+охолодження круга».

ЛІТЕРАТУРА

1. Хоробрых М. А., Клементьев В. А. Вихревой эффект Ранка-Хилша. Вихревая труба. Молодой ученый. 2012. № 6. С. 54–55.

ДЖЕРЕЛА РЕГУЛЮВАННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Березовська Н.Л., к.ю.н., доцент

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Війна йде в гарячих точках, кіберпросторі, інформаційному просторі, мережецентричній сфері тощо. Шкода завдається найбільш важливим суспільним відносинам, таким як життя, здоров'я, особиста безпека людей, статевая свобода та статевая недоторканість, воля, честь та гідність, виборчі, політичні та інші права і свободи людини та громадянина. Також агресор наносить шкоду критичним об'єктам інфраструктури для позбавлення значної частини населення України елементарних благ життєдіяльності. Актуальними стали необхідність виявлення та знищення вибухових пристроїв, рятувальні роботи після влучення ракет або їх уламків, як от внаслідок ракетного удару по Одеській області 14 березня 2023 р.:



Рис. 1. Фото з телеграмканалу «Одеса. Офіційно» від 14 березня 2023 р., викладене о 13:32.

Також питання про евакуацію населення стало болючим питанням для українців.



Рис. 2. Фото УНІАН, від 11 березня 2022 р.

2/3 кордонів України межують з рф і з 2014 р. ми постійно задаємося також питанням про цивільний захист населення під час воєнного стану.

Серед джерел, які можуть бути застосовані у зв'язку з цим питанням, називають положення міжнародного гуманітарного права та норми національного законодавства, зокрема Конвенцію про захист цивільного населення під час війни, Протоколи I та II до Женевської конвенції, Закон України «Про правовий режим воєнного стану», Закон України «Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію», Кодекс цивільного захисту населення та т.п.

Конвенція про захист цивільного населення під час війни, містить положення щодо врегулювання поведінки сторін під час оголошеної війни чи іншого збройного конфлікту, часткової або цілковитої окупації про заборону насилля над життям і особистістю, зокрема всі види вбивств, завдання каліцтва, жорстоке поводження і тортур, захоплення заручників, наруга над людською гідністю, зокрема образливе та принизливе поводження, засудження та застосування покарання без попереднього судового рішення, винесеного судом, який створено належним чином який надає судові гарантії, визнані цивілізованими народами як необхідні; про поводження з пораненими і хворими, про можливість залучення безсторонньої організації такої як Міжнародний комітет Червоного Хреста тощо.

Кодексом цивільного захисту населення регулюються відносини, що пов'язані із захистом населення, території, навколишнього природного середовища, майна, матеріальних і культурних цінностей від надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій, реагуванням на них, їх запобіганню, ліквідації наслідків, надання допомоги постраждалим, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту, вказуються повноваження органів державної влади, ради міністрів автономної республіки Крим, органів місцевого самоврядування, прописані права та обов'язки громадян України, іноземців та осіб без громадянства, підприємств, установ та організацій незалежно від форм власності тощо.

Сьогодні для України питання цивільного захисту вкрай важливі і болісні, законодавство формується фактично в польових умовах, практичні моменти підштовхують до вирішення наступних задач, але все ж слід форсувати події для забезпечення пріоритету першочергового захисту найбільш важливих суспільних відноси. Тема потребує прискіпливого ставлення для можливості захисту населення від жахливих наслідків війни.

**ЗАХИСТ ДЕРЖАВНОГО ГЕОЛОГІЧНОГО ПАМ'ЯТНИКА – ГОРИ «ПИВИХА»
В УМОВАХ РОЗВИТКУ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ**

*Біда С.В.¹, к.т.н., доцент,
Зоценко М.Л.², д.т.н., професор,
Павельєва А.К.², к.ф.н., доцент,
Ланін М.І.³*

¹*Полтавський державний аграрний університет,*

²*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,*

³*ТОВ «Єрстівський гірничо-збагачувальний комбінат»*

На лівому березі Кременчуцького водосховища поблизу с.м.т. Градіжськ розташована одна із найбільш мальовничих місцин не лише Полтавщини, а і усієї України – гора Пивиха. Гора має давню історію і є державним геологічним пам'ятником. На жаль, останнім часом все активніше проходить руйнування гори, у чому домінуючу роль відіграють антропогенні фактори.

Після зведення в кінці 1960-х років Кременчуцького водосховища Пивиха поступово руйнується. Щорік вода поглинає близько 7 метрів гори. Сьогодні вже розмито понад 600 метрів Пивихи. Люди знаходять залишки древнього монастиря, які вимиваються дніпровськими хвилями. Тепер гору всіляко прагнуть зберегти. Вздовж берега проводяться укріплювальні роботи, що складаються, в основному, з протиерозійних насаджень.

Дослідженням феномену гори Пивихи у кінці ХІХ і на початку ХХ ст. присвятили свою увагу практично всі без винятку відомі вчені-геологи. Відносно геоструктурної обумовленості положення дислокацій гори Пивихи та інших наприкінці 1980-х років було висунуте припущення про їхній зв'язок з лінійними морфоструктурними зонами, в зону впливу яких входять різні дислоковані ділянки долини Дніпра.

У відслоненнях Пивихи присутні мергель, глина, пісок, кристалічний гіпс. У регіоні лише на території Пивихи є місця виходу на денну поверхню блакитного мергелю – рідкісної вапнякової породи, яка використовується в будівництві.

Для вивчення можливості збереження гори Пивиха у сучасному стані були проведені інженерно-геологічні дослідження, що включали збирання та систематизацію раніше проведених вишукувань та проведення додаткових польових робіт і лабораторних випробувань зразків ґрунтів, відібраних по всій довжині узбережжя.

В орографічному відношенні територія розташована на кордоні Придніпровського підвищення та лівобережної Дніпровської западини. В геоморфологічному відношенні територія, яка захищається – це уступ у надзаплавній терасі р. Дніпро з позначками поверхні Землі 95–150 м.

В геологічній будові ділянки приймають участь відклади четвертинної та палеогенової систем.

На ділянці для детального вивчення було виділено 12 створів (профілів), за якими виконувалися роботи з визначення топографії схилу, нашарувань ґрунтів, що його складають, а також фізико-механічних властивостей ґрунтів.

Гідрогеологічні умови території характеризуються наявністю постійного безнапірного водоносного горизонту ґрунтового типу, розвантаження якого відбувається у бік водосховища за улоговинами у водотривкому шарі.

Для визначення стійкості схилу було застосовано програмний комплекс Plaxis, який призначений для розрахунку стійкості та визначення деформацій геотехнічних споруд з використанням математичного апарату у вигляді методу скінчених елементів.

Програмний комплекс має всі можливості вводу-виводу інформації на екран у зручному для користувача інтерфейсі (у табличній та графічній формі – у вигляді графіків та рисунків). Він також дозволяє врахувати нелінійність процесів деформування основи, використовуючи для цього пружно-пластичну модель ґрунту.

Програмний комплекс Plaxis дозволяє розглядати напружено-деформований стан при одночасному прикладанні всіх навантажень чи покроковому прикладанні. Може бути врахований вихідний напружений стан, який досягнутий системою до прикладання навантаження.

Пружно-пластична задача, що розглядається, поставлена так, щоб властивості ґрунтового середовища, які враховуються в розрахунку, могли бути описані реально визначеними характеристиками. При підготовванні вихідних даних пружно-пластичного розрахунку необхідні шість основних параметрів кожного шару: питома вага γ , модуль деформації E , коефіцієнт Пуассона ν , кут внутрішнього тертя ϕ , питома зчеплення c , параметр дилатансії.

Використання коефіцієнтів надійності по ґрунту лише для параметрів γ , ϕ , c та E при використанні середніх характеристик достатньо, щоб забезпечити необхідну довірчу вірогідність результатів розрахунку.

Розрахунок стійкості схилу в районі селища Градіжськ Глобинського району Полтавської області виконаний для визначення безпечної відстані від підніжжя схилу для проведення берегоукріплювальних робіт. Безпечна відстань у даному випадку визначалася з умови втрати стійкості схилу чи можливих обвалів ґрунту при зволоженні схилу. Тобто берегоукріплювальні конструкції та механізми по їх влаштуванню потрібно розмістити на такій відстані від підніжжя схилу, яка б забезпечила їх безпечну експлуатацію при можливому виникненні обвалів чи зсувів.

В рамках проведення роботи було виконано розрахунок схилу, що розташований в районі селища Градіжськ Глобинського району Полтавської області за 12 розрізами. Критичні значення коефіцієнту стійкості по розрізах схилу значно менші одиниці, що свідчить про аварійний стан даного схилу.

На основі вивчення розташування зон з максимальними зсувними напруженнями у перерізах були отримані найбільш вірогідні положення площин ковзання ґрунтів, що складають схил.

У результаті проведених досліджень можна зробити такі основні висновки:

Встановлено, що схил слід класифікувати як зсувний. Про це свідчать численні заколи, місцеві відділення окремих стовпів ґрунту. У підніжжі схилу спостерігаються масивні брили продуктів руйнування, які ще не розмиті водою, це підтверджує безперервність процесу руйнування схилу і, внаслідок цього, велику небезпеку при знаходження в зоні дії зсуву людей і будівельної техніки.

За результатами проведених досліджень на топографічній основі побудовано схему ділянки схилу берегу водосховища з визначенням на ній зони небезпеки, у межах якої можливі обвалення ґрунтів. У цій зоні заборонено перебування людей та усіх технічних засобів за виключенням тих, за допомогою яких в автоматичному режимі ведуться спостереження за станом схилу.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ПЕРЕРІЗУ ПОЗАЦЕНТРОВО СТИСНУТОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ЕЛЕМЕНТА

*Бутенко С.В.¹, к.т.н., доцент,
Якименко М.В.¹, к.т.н., доцент,
Тригуб В.В.², к.т.н., доцент,
Колесніков С.М.³*

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,

²Національний університет цивільного захисту України,

³ТОВ Профінстал

Розрахунок вогнестійкості залізобетонних елементів, як один із напрямів сучасної будівельної науки, є досить розвинутим в прикладному плані, але не існує достатнього теоретичного і математичного апарату.

Позацентровий стиск добре вивчений в опорі матеріалів [1] і будівельній механіці [2], а також в теорії залізобетонних конструкцій [3, 4]. в цих дисциплінах сформований дуже добрий теоретичний апарат, який може бути частково перенесений та адаптований, і використовуватись в теорії розрахунків вогнестійкості залізобетонних елементів. При цьому, розрахунки значно ускладнюються, оскільки є декілька видів нелінійності, які потрібно враховувати, а саме: нелінійні теплові поля, нелінійні властивості матеріалів, нелінійна зміна властивостей матеріалів з температурою.

З теорії опору матеріалів [1] відомо, що якщо сила прикладена в точці центру ваги перерізу, то буде центральний стиск, тобто епюри напружень і деформацій будуть прямокутними. У випадку розрахунків при наявності градієнту температур така умова не виконується.

Отримати рівняння, які б описували поведінку ексцентриситету позацентрово стиснутого стрижневого залізобетонного елемента в часі за наявності градієнту температур складно. Але побудова таких кривих можлива через розрахунок ексцентриситету на певний фіксований проміжок часу.

Для подібних розрахунків необхідно знати такі характеристики перерізу залізобетонного стрижневого елемента як ядро перерізу, центр центрального стиску. Температурне поле, описується рівнянням, що є рішенням диференціального рівняння теплопровідності Фур'є

$$C \cdot \rho \cdot \frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{\partial \theta}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \right] \quad (1)$$

Рівняння рівноваги перерізу матимуть наступний вигляд, а саме рівності нулю суми проєкцій всіх сил на будь-яку вісь та рівності нулю суми моментів навколо будь-якої точки.

$$\sum F_i = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_i = 0 \quad (3)$$

Враховуючи те, що силу стиску бетону можна описати у вигляді інтегралу напруження за прошею перерізу [14] рівняння (2) та (3) набувають вигляду

$$\sum F_i = N - \sum \sigma_{si}(\theta, \varepsilon) \cdot A_{si} - \int \sigma_c(\theta, \varepsilon) dS \quad (4)$$

$$\sum M_i = N \cdot e - \sum F_{si} \left(\frac{h}{2} - a_i \right) - \int \sigma_c(\theta, \varepsilon) dS \frac{S_x}{A_{dc}} \quad (5)$$

Відповідно, підставляючи в рівняння силу стиску з рівняння (12) отримуємо рівняння для ексцентриситету

$$e = \frac{\sum \sigma_{si} \left(\frac{h}{2} - a_i \right) + \int \sigma_c(\theta, \varepsilon) dS \frac{S_x}{A_{dc}}}{\sum \sigma_{si}(\theta, \varepsilon) \cdot A_{si} + \int \sigma_c(\theta, \varepsilon) dS} \quad (6)$$

Враховуючи те, що температура для певного проміжку часу є функцією координат y, z і гіпотезу плоских перерізів, що дозволяє виразити для плоского випадку деформацію рівнянням прямої в системі координат, а для об'ємного – рівнянням площини, можемо провести заміну перемінних на координати y, z .

Для об'ємного випадку, наприклад, стрижневий елемент з несиметричним нагрівом:

$$e_y = \frac{\sum \sigma_{si}(y, z) \left(\frac{h}{2} - a_i \right) + \int \sigma_{ci}(y, z) dy dz \frac{S_x}{A_{dc}}}{\sum \sigma_{si}(y, z) \cdot A_{si} + \int \sigma_{ci}(y, z) dy dz} \quad (7)$$

$$e_z = \frac{\sum \sigma_{si}(y, z) \left(\frac{b}{2} - a_i \right) + \int \sigma_{ci}(y, z) dy dz \frac{S_x}{A_{dc}}}{\sum \sigma_{si}(y, z) \cdot A_{si} + \int \sigma_{ci}(y, z) dy dz} \quad (8)$$

Для плоского випадку, наприклад, стіна з рівномірним прогрівом перпендикулярно площині:

$$e_y = \frac{\sum \sigma_{si}(y, z) \left(\frac{h}{2} - a_i \right) + b \int_0^h \sigma_{ci}(y) dy \frac{S_x}{A_{dc}}}{\sum \sigma_{si}(y, z) \cdot A_{si} + b \int_0^h \sigma_{ci}(y) dy} \quad (9)$$

Таким чином, є можливим дослідити такі характеристики перерізу залізобетонного стрижневого елементу як ядро перерізу й центр центрального стиску. Задаючись значенням деформації для центрального стиску

$$\varepsilon = const \neq f(y, z) \quad (10)$$

Для позацентрового стиску значенням одного знаку, без розтягнутої зони, обмежуючи значення деформацій

$$\varepsilon = a \cdot y \quad (11)$$

Задаючись довільним значенням деформації для об'ємного випадку

$$\varepsilon = a \cdot y + b \cdot z + c \quad (12)$$

Або для плоского

$$\varepsilon = a \cdot y + b, \quad (13)$$

обмежуючи значення деформацій, можна знайти значення ексцентриситету для довільного випадку.

Висновок. В залізобетонному стрижневому елементі під дією температурного поля відбуваються плавна зміна міцнісних і деформативних характеристик бетону й арматурної сталі, при цьому кожна точка перерізу має свою власну діаграму «напруження - деформації». Ексцентриситет під дією температурного поля з часом змінюється. Також це показують наведені теоретичні викладки щодо розрахунку ексцентриситету позацентрово стиснутого стрижневого залізобетонного елементу в певний момент часу пожежі, в момент фіксованого температурного поля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Опір матеріалів: підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський; За ред. Г. С. Писаренка. 2-ге вид., допов. і переробл. К.: Вища шк., 2004. 655 с.: іл.
2. Connor J.J., Faraji S. Fundamentals of Structural Engineering 2nd Edition. Springer International Publishing Switzerland, 2016. 1050 p.
3. Железобетонные конструкции / А. Б. Голышев, В. П. Полищук, В. Я. Бачинский; Под ред. А. Б. Голышева. К.: Логос, 2001. 420 с.
4. Проектування залізобетонних конструкцій: посібник / А. М. Бамбура, І. Р. Сазонова, О. В. Дорогова, О.В. Войцехівський; За ред. А.М. Бамбура. Київ: Майстер книг, 2018. 240 с.

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ДО МЕХАНІЧНИХ ДІЙ*Вавренюк С.А., д.н.держ.упр.**Національний університет цивільного захисту України*

Здатність вибухової речовини (ВР) вибухати при механічних діях називають чутливістю ВР до механічних дій. Якщо ВР розрізняють по чутливості, то вважають, що кожній ВР відповідає визначена чутливість [1]. Оцінивши чутливість кількісно різних ВР, можна було б побудувати ряд чутливості ВР. При цьому виникають два питання: як кількісно оцінити чутливість і як цю оцінку перевірити?

Що стосується перевірки, то в відношенні широко розповсюджених ВР є відомості про їх чутливість, які накопичені на протязі багатьох десятиліть практикою виробництва і використанням ВР. Так чутливість зростає в напрямку: тротил, тетрил, гексоген, тен, тетразен, РНРС, азид свинцю, гримуча ртуть. Даний ряд повинен слугувати в якості опорного, коли необхідно перевірити використання того або іншого методу оцінки чутливості.

Однак труднощі, з якими зв'язане створення кількісної оцінки чутливості, виявились досить серйозними й до сих пір їх не вдалось вирішити. Так, по-перше, не зрозуміло, якою фізичною величиною можна характеризувати чутливість ВР, у всякому випадку, це не виходить з поняття чутливості ВР до механічних дій. По-друге, визначена чутливість, повинна виражатись через інші властивості ВР, й повинна залежати від деяких параметрів стану, наприклад температури.

Для порівняння ВР по чутливості були створені різні апарати, як правило ударного типу (копри). Багаторазові методи копрових досліджень відрізняються головним чином умовами зіткнення (геометрія й розміри взаємодіючих елементів, спосіб прикладання навантаження). Виявилось, що різні методи приводять до різних рядів чутливості. Більш того, не дивлячись на різновид, методів, ні один із рядів, які отримувалися на них, не співпадає з опорним. Таким чином, ні один із запропонованих методів, зовсім кажучи, не задовольняє цілям співставлення ВР по чутливості. Оскільки мова йшла про створення такого методу, який був би єдиним для співставлення чутливості різних ВР, то результат пошуків такого методу може бути виражений наступним чином: або такий метод не змогли знайти або його зовсім не може бути. Дійсно уявлення про більшу чи меншу чутливість ВР, яка входить в опорний ряд, склалась в результаті великого практичного дослідження, при якому та або інша ВР підлягала самим різноманітним механічним діям [2].

Необхідно зазначити, що при незнанні кількісного критерію чутливості і при дуже складній картині поведінки ВР в різних умовах задача обґрунтування методу залишається невирішеною. Тому не дивно, що питання, які стоять перед комплексом методів (якою найменшою кількістю пристроїв обмежити комплекс, які пристрої включити в комплекс, як оцінювати чутливість ВР, якщо дослідження на різних пристроях дають різні результати), залишились фактично без відповіді.

Звернемо увагу на ті аспекти проблеми чутливості ВР до механічних дій, які виникли в наслідок результатів дослідів, проведених в різних пристроях.

Широке розповсюдження отримала думка про вибіркову чутливість ВР до різних видів механічної дії. Досліди в пристроях типу 1, 2 й 4 стали називатися дослідженнями на чутливість до удару, дослідження в пристроях типу 5 – до тертя (ініціюючі виглядають більш чутливими вторинних, однак ряд ініціюючих не співпадає з опорним рядом) і типу 6 – до наколу (при малих енергіях удару вибухають ініціюючі, вторинні розкладаються під буйком при великих енергіях удару) (рис. 1).

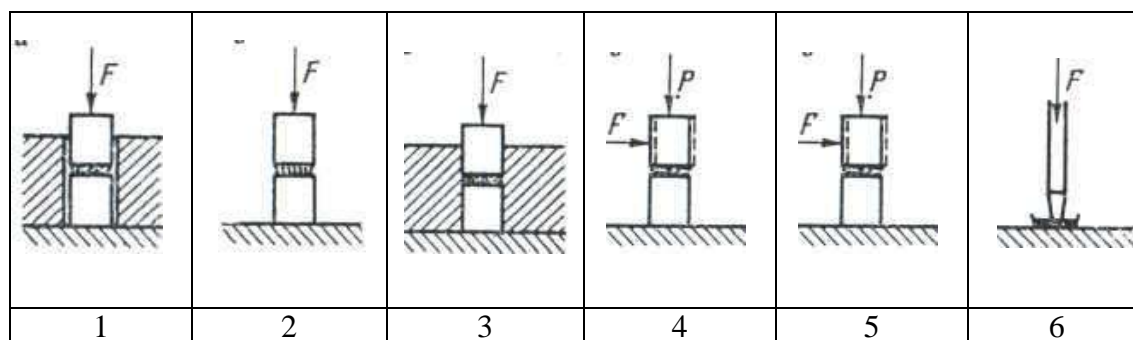


Рис. 1. Пристрої для дослідження чутливості ВР.

«Накол» може розглядатися як один із випадків досліджень на удар при малій площі ударника. Дослідження ж на тертя в деяких працях називають дослідженням на швидкий зсув. Це говорить про те, що прийняті назви (удар, тертя, накол), мають давнє походження і є умовними. Така ж і умовна спроба розділити чутливість ВР до механічних дій на різні види чутливості. Наприклад, спроба виділити чутливість ВР до удару приводить до тих же труднощів, що і раніше: залежність результатів досліджень від умов випробувань, питання оцінки чутливості ВР до удару, питання комплексного методу досліджень.

Сильна залежність результатів дослідів від умов впливу на ВР є тою обставиною, із-за якої проблема чутливості ВР до механічних дій залишається неоднозначною з однієї сторони, відомості накопичені практикою, свідчать про різність ВР по чутливості й приводять до уявлення про визначену чутливість, як властивість ВР. Оскільки не зрозуміло, якою фізичною величиною можна характеризувати чутливість, то це уявлення має в відомій степені інтуїтивну суть. З другої сторони, багато численні експерименти, поставлені при різних умовах механічних дій, не тільки не задовольняють опорному ряду (ні в одному з випадків), але й взагалі не виявляють єдиного ряду чутливості (ряди в різних умовах отримуються різні). Звідси робимо висновок, що не можна говорити про чутливість ВР не залежно від умов впливу на них, або іншими словами, таких властивостей ВР, як визначена механічна чутливість, не існує.

ЛІТЕРАТУРА

1. Засоби і методи виявлення вибухових речовин та пристроїв у боротьбі з тероризмом: навч.-практ. посіб. К.: Національна академія внутрішніх справ України, 2005. 148 с.
2. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин : монографія / Р. В. Закусило, В. Г. Кравець, В. В. Коробійчук. Житомир : ЖДТУ, 2011. 212 с.

ВПЛИВ ТРІЩИН НА ОЦІНКУ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ

Васильченко О.В.¹, к.т.н., доцент,

Данілін О.М.¹, к.т.н., доцент,

Дармофал Е.А.², к.т.н., доцент,

Акользін Д.Ю.¹

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Харківська державна академія фізичної культури

Зіставлення результатів експериментального та теоретичного визначення межі вогнестійкості в різних роботах [1, 2] показує, що повний збіг недосяжний. Причиною цього є неможливість передбачити при розрахунках усі особливості стану досліджуваних зразків. Однією з таких недосконалостей, які, проте, можна певною мірою передбачити, є наявність тріщин.

Якщо припустити, що в місці розкритої тріщини товщина захисного шару бетону зменшується, то в цьому місці зменшиться і час прогріву сталеві арматури до критичної температури, коли утворюється пластичний шарнір і відбувається руйнування згинальної залізобетонної конструкції. Тут можливі два сценарії розвитку подій:

1) якщо розрахункова критична температура арматури менша за 575 °С (це говорить про значне навантаження на конструкцію), то тріщини (якщо вони не виникли раніше) можуть утворюватися в розтягнутій зоні бетону тільки після досягнення II стадії напружено-деформованого стану. В цьому випадку можна припустити, що за час, необхідний для прогрівання сталеві арматури до критичної температури, бетон захисного шару не встигає деградувати і глибина тріщини залишається постійною. Тоді необхідно провести розрахунок на розкриття тріщин та з припущення, що глибина розкриття тріщини залежить від її ширини як $h_{crc} \approx (10...20) \cdot a_{crc}$, обчислити межу вогнестійкості з урахуванням того, що товщина захисного шару бетону зменшена на глибину розкриття тріщини;

2) якщо розрахункова критична температура арматури більша за 575 °С (це говорить про незначне навантаження на конструкцію), то тріщини можуть утворюватися внаслідок деградації поверхневого шару бетону. Їхня глибина повинна постійно збільшуватися разом із просуванням межі прогрівання шару бетону до критичної температури. Можна навіть очікувати, що швидкість розвитку тріщин перевищуватиме швидкість просування межі прогрівання бетону до критичної температури, оскільки термічний опір у районі стінок тріщини менший, ніж від поверхні залізобетонної конструкції. Таким шляхом може відбуватися розвиток вже існуючих тріщин, що утворилися раніше. Тим не менш, розкриття тріщин (якщо воно відбуватиметься) навряд чи має впливати як фактор на швидкість прогріву захисного шару бетону, оскільки воно у цьому випадку буде вторинним. Таким чином, у розглянутому випадку товщина захисного шару бетону буде безперервно зменшуватися на глибину розвитку тріщини разом з шаром, що прогривається, і тріщиноутворення не повинно враховуватися при розрахунку межі вогнестійкості.

Також, узагальнюючи обидва сценарії, можна дійти висновку, що якщо до початку вогневого впливу тріщин у захисному шарі бетону згинального залізобетонного елемента не було, то під час розрахунку межі вогнестійкості немає сенсу враховувати зменшення товщини захисного шару бетону, тому що на момент утворення тріщин цей шар уже можна вважати досить прогрітим.

Для прикладу розгляду і розрахунку межі вогнестійкості обрано залізобетонну балку перерізом 0,7×0,3 м з товщиною захисного шару $a_s = 0,035$ м з бетону В25

($R_b = 14,5$ МПа) з арматурою в розтягнутій зоні 8Ø18 А400С та в стиснутій зоні 4Ø18 А400С ($R_s = 340$ МПа).

Для обраної балки можливо розрахувати за відомими методиками залежно від величини згинального моменту ширину розкриття тріщин, критичну температуру арматури і межу вогнестійкості.

Розрахунок межі вогнестійкості залізобетонної балки з урахуванням тріщин, що утворилися, можна представити за такою схемою:

1. Визначення часу прогрівання шару бетону на глибину розкриття тріщини $\tau_{\Delta 1}$ виходячи зі співвідношення:
2. Визначення температури в тріщині через час $\tau_{\Delta 1}$:
3. Визначення часу прогрівання $\tau_{\Delta 2}$ до критичної температури арматури t_{Scr} шару бетону Δa (від дна тріщини до арматури) виходячи зі співвідношення:
4. Межу вогнестійкості τ_s можна визначити як $\tau_s = \tau_{\Delta 1} + \tau_{\Delta 2}$.

Розрахунки меж вогнестійкості без урахування і з урахуванням тріщин, виконані за запропонованим методом, наведено в таблиці 1. Глибину тріщин прийнято з допущення $h_{crc} \approx (10 \dots 20) \cdot a_{crc}$.

Таблиця 1. Розрахункові характеристики залізобетонної балки залежно від величини згинального моменту і глибини тріщин

Згинальний момент, M , МН·м	0,3
Коефіцієнт зниження опору сталевій арматури, γ_{st}	0,732
Критична температура робочої арматури, t_{Scr} , °С	506
Межа вогнестійкості без урахування тріщин, τ , хв	108
Розрахункова ширина розкриття тріщин, a_{crc} , мм	0,10
Межа вогнестійкості при глибині тріщини 10 мм, τ , хв	74

Результати, наведені в таблиці, показують, що наявність розкритих тріщин у згинальних залізобетонних конструкціях здатна сильно впливати на їхню вогнестійкість. Розрахунки показали зниження межі вогнестійкості згинальних конструкцій майже удвічі порівняно зі згинальними конструкціями без тріщин.

Наведені результати підтверджують небезпеку перевантаження згинальних залізобетонних конструкцій, тому що це спричиняє появу і розкриття в них тріщин, що призводить до швидшого прогрівання захисного шару бетону. У зв'язку з отриманими результатами можна рекомендувати у випадках використання залізобетонних конструкцій на об'єктах підвищеної небезпеки обов'язково застосовувати для них вогнезахисні покриття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vasilchenko A., Danilin O., Lutsenko T., Ruban A. Features of Evaluation of Fire Resistance of Reinforced Concrete Ribbed Slab under Combined Effect "Explosion-Fire". Materials Science Forum. Vol. 1038. 2021. P. 492–499.
2. Anders Hösthagen. Thermal Crack Risk Estimation and Material Properties of Young Concrete Division of Structural and Fire Engineering. Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering Luleå University of Technology. 2017.

ВОГНЕЗАХИСТ МЕТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ШЛЯХОМ ОБЛИЦЬОВУВАННЯ

Веселівський Р.Б., к.т.н., доцент,

Смоляк Д.В.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Одним з розповсюджених способів вогнезахисту металевих будівельних конструкцій є використання облицювальних матеріалів. Широкого застосування набули гіпсокартонні листи, магнезитові, гіпсоволокнисті та вермикулітові плити, композитні панелі, плити з базальтовими волокнами тощо [1].

Вогнезахисне облицювання здійснюється із застосуванням одиничних виробів або листових (рулонних) матеріалів, які закріплюються (монтуються) на поверхні об'єкта вогнезахисту за допомогою кріпильних елементів, клейових розчинів тощо [2]. Вогнезахисне облицювання є способом конструктивного вогнезахисту, що забезпечує нормований клас вогнестійкості до R 300.

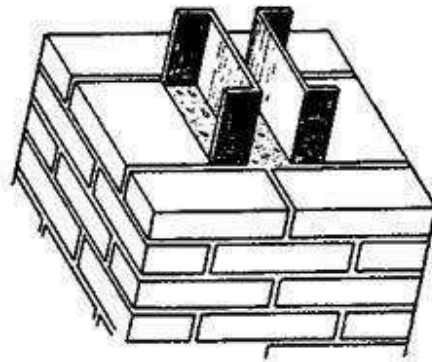


Рис. 1. Металеві будівельні конструкції, захищені цегляною кладкою.

Облицювання цегляною кладкою чи іншими кам'яними матеріалами застосовується, як правило, для металевих колон чи подібних за функціональними призначенням будівельних конструкцій. При цьому для облицювання необхідно застосовувати цеглу марки не нижче М75, а для цегляної кладки рекомендується застосовувати цементно-піщаний розчин марки не нижче М50. Недоліком цього виду вогнезахисту є велика трудомісткість і вартість, значне збільшення навантаження на фундаменти та основи, неможливість застосування для горизонтальних конструкцій.

Вогнезахисні плити (рулони) являють собою цілісні, придатні для застосування виробу із відповідними технічними характеристиками. Основними складовими вогнезахисних облицювальних виробів є силікатні, магнезитові, керамзитові, перлітові, азбоцементні, вермикулітові, мінераловатні, гіпсоволокнисті матеріали. Гіпсокартонні плити також використовують для підвищення межі вогнестійкості огорожувальних будівельних конструкцій [3].

Існує два основні способи монтажу вогнезахисних плит:

1. Складання самонесучого короба з плит;
2. Облицювання з використанням додаткового каркаса.

На рисунку 2 представлено способи монтажу вогнезахисних плит.

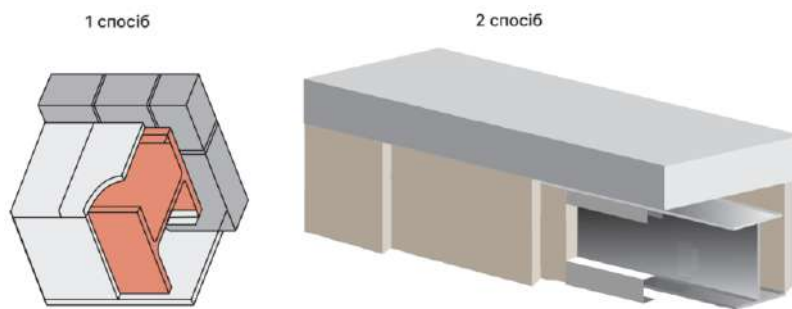


Рис. 2. Способи монтажу вогнезахисних плит.

Також для вогнезахисту шляхом облицювання використовують плити з пористих (легких) бетонів [4, 5]. Це обґрунтовано низькою теплопровідністю пористих бетонів, простим механічним обробленням, невеликою вагою (порівняно з цегляною кладкою або бетоном, у 1,5–2 рази легше, оскільки об'ємна частка повітря може досягати 85 %), негорючістю, довговічністю та надійністю в експлуатації.

Перелік та основні характеристики сертифікованих в Україні вогнезахисних конструктивних матеріалів представлено в [6].

Однією з найбільших переваг плитних облицювальних вогнезахисних матеріалів є їх екологічні властивості. Слід відмітити, що згідно з даними виробника, цей спосіб вогнезахисту має набагато більший термін експлуатації порівняно з вогнезахисним штукатуренням та реактивними покриттями. Використання плитних матеріалів є технологічно простим, без застосування додаткових заходів з їх оброблення, сушіння тощо.

Недоліком цього способу вогнезахисту є його вразливість та обмеження використання при підвищеній вологості. Необхідність улаштування спеціальних кріпильних систем і елементів також обмежує застосування плитних матеріалів.

Отже, розроблення складів штукатурних вогнезахисних покриттів, стійких до вологого середовища, з покращеними адгезійними властивостями, а також спрощення методів нанесення цих покриттів є актуальними та перспективними сьогодні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Веселівський Р. Б., Смоляк Д. В. Способи вогнезахисту металевих будівельних конструкцій. Пожежна безпека. 2021. № 39. С. 63–76.
2. Правила з вогнезахисту : НАПБ Б.01.012-2019 [Чинний від 05.04.2019] Київ: Міністерство внутрішніх справ України, 2018.
3. Веселівський Р. Б., Яковчук Р. С., Василенко О. О., Семенюк П. В. Експериментальне дослідження вогнестійкості огорожувальних конструкцій з гіпсокартонними плитами. Пожежна безпека. 2015. № 27. С. 26–32.
4. Борис А. П., Половко А. П., Веселивский Р. Б. Экспериментальное исследование огнезащитных покрытий для металлических конструкций. Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. 2014. № 35. С. 123–128.
5. Борсук О. В. Удосконалення методу розрахункової оцінки вогнестійкості сталевих балок із вогнезахисним мінераловатним облицюванням. : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.02 / Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності. Львів, 2021. 170 с.
6. Калафат К., Вахитова Л. Каталог средств огнезащиты стальных конструкций 2017. Публикация. Метінвест. 2017. 91 с.

**ПОРІВНЯННЯ ОСІДАНЬ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ОСНОВ БУДІВЕЛЬ,
ВИЗНАЧЕНИХ АНАЛІТИЧНО ТА ТРИВАЛИМИ ГЕОДЕЗИЧНИМИ
СПОСТЕРЕЖЕННЯМИ***Винников Ю.Л., д.т.н., професор,**Раздуй Р.В., аспірант**Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

Надійно запроектовані основа будівлі та її фундамент, з точки зору проектувальників, є одним із головних факторів уникання надзвичайних ситуацій. Адже велика кількість дефектів будівель та споруд спричинена помилками при проектуванні фундаментів або недостатньо кваліфіковано проведеними інженерно-геологічними вишукуваннями. Геотехнічна практика свідчить, що для більшості природних і штучних основ фундаментів будівель і споруд граничний стан настає за деформаціями. Цей досвід, зокрема, було проаналізовано та відображено в будівельних нормах [1] для призначення гранично допустимих значень абсолютних і відносних осідань будівель і споруд різного типу. Зазвичай, для розрахунку осідань основ їх фундаментів застосовують, так звані, класичні методи механіки ґрунтів, які базуються на цілому ряді спрощуючих припущень. Однак, за умов ґрунтів з особливими властивостями такий підхід може призводити до наднормативних деформацій основ і навіть аварій будівель і споруд, адже фаза нелінійного (пружно-пластичного) деформування цих ґрунтів починається вже на ранніх стадіях їх навантаження, а в моделі методу розрахунку осідань вона закладена як лінійна (пружна).

За об'єкт тривалих геодезичних спостережень було обрано 9–10-поверховий цегляний житловий будинок з п'яти секцій з підвалом, з повздовжніми та поперечними несучими стінами, складної форми у плані, котрий було введено в експлуатацію в 2013 році в м. Полтава по насипному шару ґрунту потужністю 2,7 м. Для секцій I–III будівлі під насипом мав місце шар піску товщиною 2,0 м. Для секцій IV і V цієї будівлі під насипом знаходився шар слабкої глини з домішками органіки (модуль деформації – 1,5 МПа), а також шар глини з вмістом органічних речовин понад 40 % (0,5 МПа) товщиною до 0,6 м. Ці шари підстилялися пісками (6,5–10 МПа), нижче залягав пісок щільний (33 МПа) та суглинок (16,5 МПа). Слід відзначити, що для майданчику характерна суттєва неоднорідність масиву як за його площею, так і за глибиною (зафіксовано численні прошарки та лінзи піску та супіску). Згідно проекту двометровий шар під насипними ґрунтами з dna котловану було посилено вертикальними ГЦЕ, які виготовляли бурозміщувальним методом. Поверх армованої основи було відсипано з пошаровим укочуванням буферну щебеневу подушку потужністю 0,5 м. На цій щебеневій підготовці влаштовано стрічкові монолітні залізобетонні фундаменти шириною 2200 мм під зовнішні і 3200 мм під внутрішні несучі стіни. Для підвищення жорсткості будівлі влаштовані монолітні залізобетонні пояси й армування кладки стін.

У масивах слабких ґрунтів, які залягали на досліджуваному об'єкті саме під подошвою фундаментів, через їх малий модуль деформації можливі значні осідання основ фундаментів будівель і споруд, навіть за умови армування ГЦЕ частини стислої товщі. При цьому на практиці осідання таких штучних основ визначають як аналітичними методами лінійної механіки ґрунтів (умовно поширюючи на шари ґрунтів, так звані, середньозважені характеристики армованого масиву), так і моделюванням методом скінченних елементів (МСЕ) у плоскій чи просторовій постановці з використанням цілого ряду добре апробованих пружно-пластичних моделей ґрунту [2].

На сьогодні за даними геодезичних спостережень приріст осідань основ секцій I і II будинку не перевищує 1 мм/рік, тобто фактично вже досягнута умовна стабілізація осідань, а для основ секцій III – V приріст осідань менший, ніж 2 мм/рік, а отже вже є чітка тенденція до стабілізації цих осідань. Зокрема, за даними на 2022 р. встановлено наступне: для секцій I-II будинку а середнє осідання стінових марок – 209,6 мм, для секції III – 245,0 мм, для секції IV – 254,2 мм, а для секції V – 256,1 мм. Отже, середні значення осідань основ усіх секцій будинку перевищили допустиму нормами [1] величину 180 мм. Однак, зазначимо, що значення відносної різниці осідань для жодної секції виявилися меншими за граничні 0.004, деформацій у конструкціях не зафіксовано, тому технічний стан оцінено як нормальний.

Для аналітично розраховані осідання основ, обчислених методами лінійної механіки ґрунтів, склали для секцій: I-II – 90 мм; III – 105 мм; IV – 112 мм; V – 133 мм. Моделювання сумісної роботи системи «стрічковий фундамент – ґрунтоцементна основа – природна піщана основа» із використанням пружно-пластичної моделі ґрунту з критерієм міцності Кулона – Мора НДС у плоскій та просторовій постановці подібні, з відносною похибкою до 10 %. На рис. 1 наочно точками показано зіставлення значень, розрахованих аналітичними методами лінійної механіки ґрунтів та чисельним моделюванням у просторовій постановці із величинами вимірних осідань основ секцій будинку.

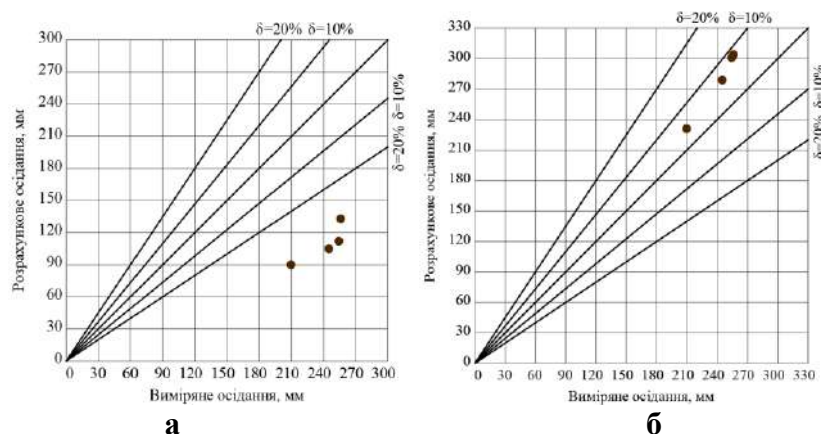


Рис. 1. Результати зіставлення значень розрахованих і вимірних осідань ґрунтоцементних основ: а – розрахунок методами лінійної механіки ґрунтів; б – моделювання МСЕ з використанням пружно-пластичної моделі ґрунту.

За результати порівняння осідань ґрунтоцементних основ, визначених аналітично, моделюванням МСЕ та з даними тривалих геодезичних спостережень, встановлено:

– фактичні осідання досліджуваної основи перевищили гранично допустимі нормам, хоча при цьому відносні нерівномірності осідань менші за їх гранично допустиму величину, а тріщин й інших видимих деформацій у будівлях не виявлено

– для дотримання вимог норм про допустимі осідання такі основи слід армувати на більшу глибину, потужність якої доцільно оцінювати МСЕ з використанням пружно-пластичної моделі ґрунту;

– методи лінійної механіки ґрунтів можуть занижувати значення осідань, в той час, як використання моделювання з використанням пружно-пластичної моделі ґрунту описує поведінку системи «ґрунтоцементна основа – фундамент – будівля» із похибкою до 10 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.

2. N.L. Zotsenko, Y.L. Vinnikov. Long-term settlement of buildings erected on driven cast-in-situ piles in loess soil. Soil Mechanics and Foundation Engineering. №53. 2016. P. 189–195.

**ПЕРСПЕКТИВИ БЕЗПЕКОВИХ ЗМІН СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ
ЩОДО ЖИТЛОВОЇ ТА ГРОМАДСЬКОЇ ЗАБУДОВИ
(НА ОСНОВІ ДОСВІДУ ІЗРАЇЛЮ)**

Вовк Н.П., к.пед.н., доцент

Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

У зв'язку з військовою агресією Російської Федерації проти України гострою та актуальною є потреба укриттів та захисних споруд, оскільки, виходячи із реалій сьогодення, надзвичайно болючим уроком став досвід війни для міст та сіл нашої держави. На сьогодні законодавці разом з експертами напрацьовують ряд змін до безпекових стандартів житлової та громадської забудови, зокрема, до тих, що стосуються норм, за якими будуватимуть нове житло [1, 4]. На основі вивчення показового досвіду ряду країн, які можуть забезпечити своїх людей надійними бомбосховищами, існує гостра необхідність будувати нове житло та інфраструктурні об'єкти з укриттями [2]. Початок регулювання цього питання вже здійснено на законодавчому рівні, - з новими та оновленими прописаними нормами та правилами, із відповідним переглядом норм, за якими здійснюватиметься будівництво в майбутньому й напрацюванням нових безпекових стандартів будівництва. Відповідно відбудова, відновлення та перезапуск життєдіяльності постраждалих міст має здійснюватись з урахуванням необхідності планування та проектування надійних укриттів. Також під час відбудови міст є гостра потреба рішень для гарантування безпеки кожного будинку, зокрема для тих, де немає паркінгів, й де планується зведення укриттів значно більшої кількості.

Введений в дію 22.10.2022 року Закон України від 29.07.2022 N 2486-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій», згідно з яким, зокрема: - містобудівна документація на регіональному та місцевому рівнях містить розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту. Затвердження містобудівної документації на регіональному та місцевому рівнях за відсутності такого розділу забороняється; - проектна документація на будівництво обов'язково має містити розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту, у складі якого може передбачатися будівництво захисних споруд цивільного захисту або споруд подвійного призначення, а також проектні рішення щодо врахування вимог пожежної та техногенної безпеки, для: об'єктів будівництва, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, на яких постійно перебуватимуть понад 50 фізосіб або періодично перебуватимуть понад 100 фізосіб; інших об'єктів будівництва відповідно до переліку, визначеного Кабміном. Проектні рішення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту мають забезпечувати дотримання вимог доступності для осіб з обмеженими фізичними можливостями та інших маломобільних груп населення. Відтепер, якщо споруда буде без належного бомбосховища чи укриття, забудовникам можуть відмовити у сертифікаті про готовність будівлі до експлуатації. це правило застосовуватимуть до всієї території України [4].

Вченими виділено наступні фактори у формуванні архітектури укриття: - Терміновий фактор – це часовий проміжок, впродовж якого люди будуть знаходитись в укритті; - Інженерно-конструктивний фактор – це вимога до захисних характеристик укриття в залежності від його призначення; - Економічний фактор – це економічна доцільність наявності тих чи інших інженерних вузлів, приміщень і конструктивних особливостей укриття [3]. Ці положення застосовуються до об'єктів, право на виконання будівельних робіт щодо яких отримано після набрання чинності Законом N 2486-IX [4].

Для відновлення зруйнованої інфраструктури українських міст в уряді розглядають приклад Ізраїлю - країни, яка веде затяжну війну з 1948 року, та досвід якої сформував ряд вмінь та навичок ізраїльського народу щодо виживання в екстремальних умовах. Згідно законодавства Ізраїлю, при проектуванні укриттів ставляться вимоги безпеки залежно від виду укриття: - Квартира із захищеним простором – «кімнатою – укриттям», яке має бути запроектовано у кожній квартирі. Мінімальна площа кімнати-укриття – 10 м². У ній, окрім броньованих дверей, має бути вікно, що зачиняється сталевими ставнями для захисту від уламків. - Громадське бомбосховище – призначене для офісів, торговельних центрів, інших підприємств, установ та організацій. Площа такого приміщення визначається кількістю людей, які мають у ньому перебувати. У такому бомбосховищі обов'язково має бути запроектовано евакуаційне вікно та люк. - Бомбосховище у медичних закладах – призначене для роботи служб невідкладної медичної допомоги, клінік, лікарень, амбулаторій. У бомбосховищах медичних закладів обов'язково має бути запроектовано наступні відсіки, які забезпечуватимуть безперервну роботу медичного персоналу при потраплянні ракет у заклад – приймальня, операційні, відділення рентгенографії, зали для пологів, реанімаційні відділення (у тому числі для новонароджених). Окрім того, кожен мед. заклад повинен мати певну кількість додаткових лікарняних ліжок у захищеному просторі для забезпечення догляду за хворими (наприклад, у палаті на двох слід встановлювати чотири ліжка). Система оборони Ізраїлю вважається високоефективною, зокрема високо оцінюються елементи, пов'язані з цивільною обороною у широкому розумінні. Проте варто враховувати, що вказана система створена у конкретному безпековому середовищі, тому навряд чи її доцільно впроваджувати в Україні у повному обсязі, без урахування ряду особливостей та можливостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН А.3.1-9:2015. Захисні споруди цивільного захисту. Експлуатаційна придатність закінчених будівництвом об'єктів.
2. ДБН В.1.2-4-2006. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони). URL: <https://budinfo.org.ua/doc/1810236/DBN-V-1-2-4-2006-Inzhenerno-tekhnichni-zakhodi-tsilnogo-zakhistu-tsilnoi-oboroni>
3. ДБН В.2.2-5-97. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного захисту (ДСК). Зміна № 4, затверджено наказом від 26.03.2019 № 83 Про затвердження Зміни № 4 ДБН В.2.2-5-97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного захисту (ДСК).
4. Закон України від 29.07.2022 N 2486-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій».

**ВИБІР ТА ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ІНЖЕНЕРІЇ
ПОВЕРХНІ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ
ПРОКАТНОГО ОБЛАДНАННЯ ПІСЛЯ НЕКОРЕКТНО ПРОВЕДЕНОГО
ПРОЦЕСУ ПОВЕРХНЕВОГО ШЛІФУВАННЯ**

*Волков О.О.¹, к.т.н., доцент,
Субботіна В.В.¹, д.т.н., професор,
Красівська Ж.В.¹,
Васильченко О.В.², к.т.н., доцент*

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

²Національний університет цивільного захисту України

Важливу роль у підвищенні надійності окремих елементів таких видів обладнання, як прокатне відіграє взаємозв'язок між тертям та структурними станами матеріалів, такими як початковий, проміжний та фінішний. Відповідно, це можна розглядати в якості одного з основних факторів при реалізації цілої низки процесів, які передбачають використання тертя. Наприклад, такі технології, як термофрикційне розрізання (ТФР), термофрикційне оброблення (ТФО) [1], термофрикційне зміцнення (ТФЗ) [2], додаткове термофрикційне зміцнення (ДТФЗ) [3] або термофрикційне зварювання (ТФЗв) є несхожими, на перший погляд, проте мають важливу спільну складову – фрикційну. При цьому тертя є тією рушійною силою, яка створює умови для отримання очікуваного результату щодо кожного конкретного технологічного процесу. Слід зазначити, що тертя (фрикційна складова) у розглянутих технологічних процесах може використовуватись в різних умовах, за різними схемами, з різною інтенсивністю та інше. Наприклад, зварювання тертям з перемішуванням може включати застосування одного чи декількох матеріалів. Окрім того, можливе використання різних технологічних аспектів таких як схеми застосування інструменту, використання інструменту з різних матеріалів та різної форми та інше.

Доцільність застосування того чи іншого метода оброблення визначається можливістю досягнення необхідних властивостей одночасно з мінімізацією витрат та виконанням вимог щодо кожного конкретного об'єкта зміцнення. Так, наприклад, для невеликих прокатних валків важливо максимально зберегти номінальні розміри, у зв'язку чим слід розробити такий технологічний процес відновлювального оброблення, який забезпечив би виконання поставлених вимог.

На металургійних підприємствах в процесі роботи прокатні валки, навіть однотипні, можуть зазнавати неоднакового зносу. Тож в умовах постійного тертя, нагрівання та нерівномірного навантаження на поверхнях валків можуть з'являтися дефекти, які, в процесі прокатування, залишають сліди-відбитки на поверхнях заготовок. Це може призводити навіть до бракування готових деталей. Проте зроблено висновок, що при зношенні до 1 мм недоцільно застосовувати такі методи реставрації валків, як, наприклад наплавлення, а існує можливість відновити їх поверхні шляхом шліфування. При цьому мають на меті, щоб прокатні валки мали високу стійкість до зношування та до дії ударних навантажень і температур, згинаючих і крутних моментів.

У даному науковому дослідженні вивчали вплив режимів термічного оброблення на відновлення твердості прокатних валків із сталі 40X (рис. 1).



Рис. 1. Пара прокатних валків (Сталь 40Х), які потребують відновлення робочих властивостей.

При цьому виготовлено та досліджено три натурні зразки діаметром 30 мм та довжиною 45 мм, які імітували реальні прокатні валки, але в мініатюрі. Це було необхідно для порівняння їх твердості поверхні та прогартовуваності при виборі оптимального режиму відновлювального термічного оброблення.

Для з'ясування впливу швидкості охолодження на структуроутворення і твердість сталей, що досліджуються після загартування проводилось охолодження у різних середовищах, де швидкості охолодження дорівнювали:

- $V_{\text{охл}} \approx 30 \text{ }^\circ\text{C} / \text{с}$ для мінеральної оливи;
- $V_{\text{охл}} \approx 600 \text{ }^\circ\text{C} / \text{с}$ для води;
- $V_{\text{охл}} \approx 680 \text{ }^\circ\text{C} / \text{с}$ для 10 % водного розчину солі NaCl.

Аналіз твердості зразків та мікроструктур показав, що всі три режими загартування, а саме з охолодженням у воді, мінеральній оливі та 10 % водному розчині солі NaCl забезпечують формування, переважно, мартенситної структури. Однак рівень твердості, який отримали в даних зразках дещо відрізняється. Адже загартування з охолодженням у мінеральній оливі забезпечує твердість 45-47 HRC, у воді 50-53 HRC і в 10 % водному розчині солі NaCl 55-58 HRC

Більш високий рівень твердості, який отримано в даному випадку, пояснюється більш інтенсивною здатністю до охолодження сталі водним розчином солі NaCl. Відповідно, такий режим відновлювального оброблення може бути рекомендований для реставрування властивостей елементів прокатного обладнання, які були знижені внаслідок некоректно проведеного процесу поверхневого шліфування, з подальшим дотриманням рекомендацій щодо умов експлуатації та регламентних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Volkov O. A. Study of heat deformation influence in surface strain hardening of steel by thermofriction processing. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2 5(80). 2016. P. 38–44.
2. Levterov A., Nechitaylo J., Plugina T., Volkov O. Application of thermo-frictional and chemical-thermal methods treatments for surface strengthening of materials. Materials science forum. 2021. Vol. 1038. P. 93–99.
3. Volkov O., Kraevska Z., Vasilchenko A., & Hannichenko T. Additional strengthening of “screper” jewelry tool using friction. Solid state phenomena. 2022. Vol. 334. P. 100–106.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИМОГ ДО МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДІВ СТРУКТУРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ

*Волков О.О.¹, к.т.н., доцент,
Субботіна В.В.¹, д.т.н., професор,
Субботін О.В.¹,
Васильченко О.В.², к.т.н., доцент*

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

²Національний університет цивільного захисту України

Сучасні експлуатаційні вимоги до матеріалів та виробів з них потребують створення та застосування альтернативних технологічних процесів, які спрямовані на формування особливих властивостей в їх поверхнях. Властивості виробів з різних матеріалів і стан їх поверхонь тісно пов'язані між собою, особливо, коли експлуатація відбувається за участі тертя. Слід наголосити, що досягнення високих рівнів функціональних властивостей матеріалів може забезпечувати підвищення експлуатаційних характеристик деталей машин, інструмента та елементів конструкцій [1]. Процеси модифікування поверхневого шару, зазвичай відбуваються в нерівноважних умовах і є складовою структурної інженерії поверхні, що в більшості випадків забезпечує зменшення розміру зерен-кристалітів до нано-рівня [2]. Значний науково-практичний інтерес набуває напрямок зварювання тертям з перемішуванням, який є більш складним, проте найбільш цікавим в аспекті формування властивостей в поверхні об'єктів зварювання. Такий метод не передбачає застосування різних додаткових середовищ, які в процесі горіння дуги чи газового струменю можуть виділяти в атмосферу продукти згоряння, що притаманне багатьом стандартним методам зварювання та наплавлення. Тож він є достатньо екологічним і перспективним, оскільки дозволяє керувати, в певному діапазоні, властивостями матеріалів у з'єднаннях, які отримують.

Ще один метод модифікування поверхонь - термофрикційне зміцнення (ТФЗ), який спрямований на створення поверхневих шарів з особливими властивостями. ТФЗ не передбачає додаткового легування матеріалу, який зміцнюють, що характеризує цей метод, як екологічний, ефективний та перспективний, в тому числі і з економічної точки зору. Доцільно зазначити, що фрикційно-деформаційна складова даного методу може бути застосована як для первинного, так і для додаткового зміцнення матеріалів, залежно від вимог до виробів. Це передбачає застосування різних режимів оброблення для кожного з цих випадків. Отримані експериментальні результати показали, що метод ТФЗ відрізняє від інших здатність суттєво підвищувати твердість матеріалів, які вже були зміцнені термічним шляхом до максимально можливого, в термічному сенсі, рівня. Це підтверджено результатами, згідно з якими ТФЗ зразків із сталі 65Г збільшило мікротвердості їх поверхневих шарів до рівня 22 ГПа. Окрім того, отриманий дуже значний рівень поверхневого зміцнення, в такий спосіб, широкої лінійки сталей різних класів [1]. При цьому видна стабільність високого рівня додаткового зміцнення.

Достатньо перспективним сьогодні є метод мікродугового оксидування (МДО) [3], який демонструє високі екологічні показники та може бути доволі економічним, залежно від умов електролізу. Використання цього методу забезпечує найбільшу ефективність отримання високотвердих захисних покриттів на вентильних металах і сплавах (Al, Ti, Mg, Ta, Nb, Zr). МДО – електрохімічний метод, що бере свій початок від традиційного анодування, проте дозволяє формувати принципово відмінні за властивостями керамікоподібні покриття з широким комплексом властивостей, таких як

твердість, зносостійкість, корозійна стійкість, електроізоляційність і декоративність та інші. МДО - складний процес, при якому властивості покриттів залежать від багатьох факторів, таких як склад електроліту, умови поляризації напруга, густина струму, тривалісті обробки та інших. На рис. 1 показано переріз мікроструктури МДО-покриття на алюмінієвому сплаві АД1 з характерною особливістю МДО-покриттів - їх шаровою будовою та процес мікродугового оксидування. Формування покриттів здійснювалось на установці, в якій забезпечувався процес мікродугових розрядів.

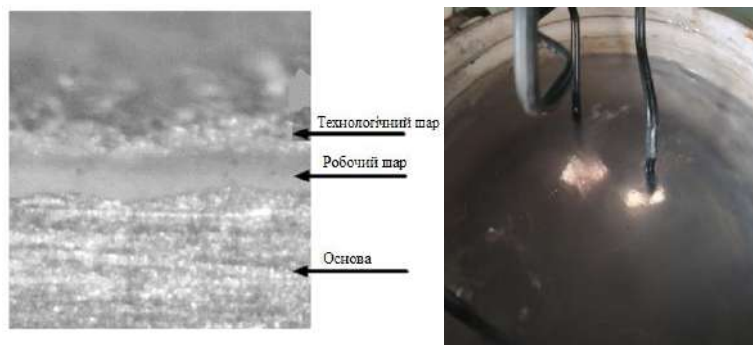


Рис. 1. Переріз мікроструктури МДО-покриття на алюмінієвому сплаві АД1 та процес мікродугового оксидування.

Тож дослідження покриттів на низьколегованих сплавах показало, що метод МДО в лужно-силікатному електроліті дозволяє отримати товщину покриття до 300 мкм, швидкість нарощування покриття ~ 2 мкм/хв, твердість покриття від 10000–20000 МПа, покриття мають високу адгезію з основою, шарову кристалічну будову. Покриття складаються з фаз: $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, муліту ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), співвідношення між фазами залежить від умов електролізу. Встановлено, що фазоутворення починається з фази $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, яка в процесі подальшого нарощування покриття перетворюється на фазу $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ або вступає во взаємодію з оксидом кремнію та утворює фазу - муліт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волков О. О. Підвищення експлуатаційної стійкості деталей та інструменту методом термофрикційного зміцнення: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.01 – Матеріалознавство ; наук. кер. М. А. Погрібний ; Харків. нац. техн. ун-т с.-г. ім. П. Василенка. Харків, 2020. 20 с
2. Glushchenko M. A., Belozyorov V. V., Sobol O. V., Subbotina V. V., Zelenskaya G. I., Zubkov A. I. Effect of tantalum on the texture of copper vacuum condensates. *Journal of Nano- and Electronic Physics*. 2017. Vol. 9. Iss. 2. P. 02015.
3. Subbotina V., Al-Qawabeha U. F., Belozorov V., Sobol' O. V., Subbotin A., Tabaz T. A., Al-Qawabah S. M. Determination of influence of electrolyte composition and impurities on the content of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ phase in mdo-coatings on aluminum. *Eastern-european journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 6. № (12–102). P. 6–13. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.185674>

ВПЛИВ ВИДУ ЗАБРУДНЮЮЧОЇ РЕЧОВИНИ ТЕПЛОБМІННИХ ПОВЕРХОНЬ КОНДЕНСАТОРІВ ПАРОВИХ ТУРБІН НА ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Гаєвський В.Р., к.т.н., доцент,
Филипчук В.Л., к.т.н., професор*

Національний університет водного господарства та природокористування

Забруднення теплообмінних поверхонь може вивести турбіну із штатного режиму роботи і спричинити надзвичайну аварійну ситуації на електричній станції. У даній роботі приводиться розрахунок втрати потужності турбіни в залежності від товщини шару осаду і виду забруднюючої речовини [1]. Розрахунок виконаний на прикладі турбіни К-500-240-2 і конденсатора К-11520-2 виробництва ХТЗ [2].

Температура насичення відпрацьованої водяної пари в конденсаторі визначається за рівнянням:

$$t_n = t_{вх} + \Delta t_b + \delta t, \quad (1)$$

де $t_{вх}$ – температура охолоджуючої води на вході у конденсатор; $\Delta t_b = t_{вих} - t_{вх}$ – нагрів води у конденсаторі; $t_{вих}$ – температура води на виході з конденсатора; δt – недогрів до температури насичення (температурний напір між відпрацьованою парою і охолоджуючою водою). Рівняння (1) є основним рівнянням роботи конденсатора, що визначає ефективність роботи як конденсатора, так і всієї конденсаційної установки. Температура охолоджуючої води на вході в конденсатор залежить від географічного місцеположення ТЕС, пори року та системи водопостачання. Недогрів до температури насичення визначається за співвідношенням:

$$\delta t = \frac{\Delta t}{\exp\left(\frac{KF}{G_e c_p}\right) - 1}, \quad K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{пс}} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{св}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} \quad (2)$$

де $\Delta t_b = 580 \cdot \frac{D_n}{G_b}$ (G_e – витрата охолоджувальної води через конденсатор, кг/с;

D_n – витрата пари, що надходить в конденсатор, кг/с); c_p – теплоємність води при постійному тиску, Дж/(кг·К); F – площа поверхні теплообміну конденсатора, м²; K – коефіцієнт теплопередачі теплообмінника, Вт/(м²·К), δ_c , δ_3 – товщина стінки трубки теплообмінника та шару забруднення відповідно, м; λ_c , λ_3 – коефіцієнти теплопровідності стінки трубки теплообмінника та забруднення відповідно, Вт/(м·К); $\alpha_{пс}$, $\alpha_{св}$ – коефіцієнти тепловіддачі пара – стінка та стінка – відповідно, Вт/(м²·К), що визначаються за формулами:

$$\alpha_{пс} = 28,3 \cdot \alpha_{Nu} \cdot \Pi^{0,08} \cdot Nu^{-0,58}, \quad \alpha_{св} = 2,3 \cdot 10^{-2} Re_B^{0,8} Pr_B^{0,4} \frac{\lambda_b}{d_{вн}}, \quad (3)$$

де $Re = \frac{W_b d_{вн}}{\nu_b}$ число Рейнольдса; $\Pi = \frac{\rho_{пс} W_{пс}^2}{\rho_{пк} g d_3}$ – відношення енергій потоку пари;

$\alpha_{Nu} = 1,383 \cdot \left(\frac{\lambda_{пк}^3 \rho_{пк}^2 F}{\eta_{пк} d_3 D_{пс}}\right)^{1/3}$ – коефіцієнт тепловіддачі; d_b , d_3 – внутрішній та зовнішній

діаметри теплообмінної трубки, м; W_b , $W_{пс}$ – швидкість охолоджуючої води та пари відповідно; ν_b – коефіцієнт кінематичної в'язкості води, м²/с; $\eta_{пк}$ – коефіцієнт динамічної в'язкості плівки конденсату, Па·с; ρ_b , $\rho_{пк}$, $\rho_{пс}$ – густина охолоджуючої води, плівки

конденсату та водяної пари відповідно, кг/м^3 ; $\lambda_{\text{плк}}$ – коефіцієнт теплопровідності плівки конденсату $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $g=9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння. Враховуючи (1)–(3), запишемо залежність температури насиченої відпрацьованої пари від товщини забруднення:

$$t_n = t_{\text{вх}} + 580 \cdot \frac{D_n}{G_B} \cdot \left(1 + \exp \left(\left(\frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{пс}}} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{\text{св}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} \right) \cdot \frac{F}{G_B \cdot c_p} \right) - 1 \right)^{-1}. \quad (4)$$

Залежність (4) як $t_n(\delta_3)$ показана на рис. 1. Тиск насиченої пари визначимо із апроксимаційної залежності тиску від її температури, що має вигляд:

$$p(t) = 1,75 + 0,5 \sqrt{12,25 + 4 \exp(8,82 \cdot 10^{-2} t + 0,86)}. \quad (5)$$

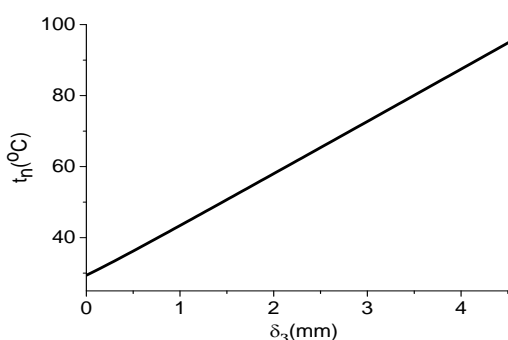


Рис. 1. Залежність температури насиченої відпрацьованої пари від товщини шару забруднення.

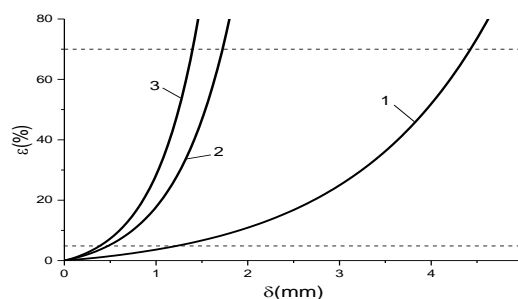


Рис. 2. Залежність відносної втрати потужності турбіни від товщини шару забруднення для: 1 – CaCO_3 ; 2 – CaSO_4 та 3 – біоплівка.

ΔN визначимо з поправки до зміни потужності, що рівна 3,88 МВт на 1кПа [1].

На основі (4) і (5) вираз для ΔN буде мати вигляд:

$$\Delta N(\delta_3) = 3,88 \cdot p(t_n). \quad (6)$$

З рис. 2 видно, що при допустимих відхиленнях тиску насиченої відпрацьованої пари 0,5 кПа, максимальній допустимій втраті потужності 4 % і граничній втраті потужності 70 %, при якій забороняється експлуатація турбіни, відповідні товщини забруднення будуть:

- 1) для CaCO_3 0,15 мм; 1,1 мм і 4,5 мм;
- 2) для CaSO_4 0,06 мм; 0,42 мм і 1,73 мм;
- 3) для біоплівки 0,05 мм; 0,34 мм і 1,39 мм відповідно.

Вказане вище говорить про необхідність запобігання надзвичайних ситуацій на ТЕС шляхом зменшення забруднень теплообмінних поверхонь конденсаторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hasson D. and Perl I. Scale Deposition in Laminar Falling-Film System. Desalination. Vol. 37. 1981. P. 279–292.
2. Типовая энергетическая характеристика конденсатора К-11520-240-2. Технические характеристики 34-70-021-86. Союзтехэнерго.1986. 15 с.

ЕФЕКТИВНЕ ОЧИЩЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ РЕЗЕРВУАРІВ ЗБЕРІГАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КРІОГЕННОГО БЛАСТИНГУ

Гарбуз С.В., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України

Забезпечення пожежної та екологічної безпеки під час проведення передремонтної підготовки резервуарів нафтопродуктів є актуальними завданнями для підприємств нафтогазової галузі, які потребують значних фінансових та трудових витрат. Найбільшу техногенну небезпеку на стадії передремонтної підготовки представляє технологічний процес очищення резервуарів забруднених нафтопродуктами.

Забруднення резервуарів, призначених для зберігання нафти та нафтопродуктів, характеризуються великим вмістом асфальто-смолистих речовин, карбенів і карбоїдів, що являють собою тверді емульгатори, що створює значні труднощі при їх очищенні.

Відкладення в резервуарах після зберігання світлих нафтопродуктів характеризуються великим вмістом неорганічних сполук, що є в основному продуктами корозії та муловими відкладеннями.

Великий вплив на склад нафтозалишків мають змішання різних сортів нафтопродуктів, багаторазові підігриви та тривалі терміни експлуатації резервуарів без періодичних очищень, у цьому випадку відбувається накопичення великої кількості опадів, їх ущільнення та утворення твердої маси [1].

Оскільки поверхневий шар конструкційного матеріалу внутрішньої поверхні резервуара не є однорідним і має дефекти, які схематично розглядаються як тріщини, щілини клиноподібного перерізу, нерівномірно поширені по його поверхні та глибині, то забруднення піддається не тільки зовнішня частина поверхневого шару, а й внутрішня.

У початковий період наливу нафтопродукту резервуар з допомогою процесів сорбції, викликаних контактом металу палива, відбувається забруднення зовнішнього шару поверхні металу паливом – утворюється поверхнєве забруднення. Надалі за рахунок дифузійних процесів нафтопродукт проникає через гирло пори вглиб капілярних пір і в результаті адсорбції та капілярної конденсації заповнює їх, утворюючи при цьому глибинне забруднення конструкційного матеріалу. Доцільно глибинні забруднення приймати як забруднення усть пір, тому що тут знаходиться основний обсяг глибинних забруднень. Вуглеводні, що знаходяться в капілярних порах, не мають значного впливу на якість очищення поверхні.

При експлуатації резервуара з обсягу нафтопродукту, що зберігається, на внутрішню поверхню резервуара осідають і дегазуються механічні домішки, продукти розкладання палив і корозії металів. Таким чином, після зливу з резервуару основної кількості нафтопродуктів на його стінках залишаються дегазовані поверхневі та глибинні забруднення у вигляді сторонніх частинок та залишків палив, що знаходяться в різних фазових станах. Трудомісткість їхнього видалення залежить від величини сил зв'язку забруднень з конструкційними матеріалами.

Забруднення, залежно від їхнього зв'язку з твердим тілом, бувають нефікованими, слабо фікованими та міцно фікованими. дегазовані забруднення відповідають нефікованим, а поверхневі та глибинні – слабо фікованим та міцно фікованим.

Актуальним напрямом підвищення пожежної та екологічної безпеки при очищенні внутрішніх поверхонь резервуарів зберігання нафтопродуктів, є розробка

нового технологічного процесу їх очищення, заснованого на застосуванні криогенного бластингу, що поєднує термоудар із механічним впливом.

Криогенний бластинг являє собою пневмо-абразивоструминний спосіб обробки поверхні, при якому використовуються гранули сухого льоду, які мають значно нижчу температуру, ніж поверхня, що очищається. Різке зниження температури поверхневого шару викликає ефект «термічного удару», при якому охолоджені до крихкого стану забруднення легко відшаровуються від поверхні. Чим більший температурний градієнт, тим менша адгезія між матеріалом поверхні та забрудненнями через відмінність їх коефіцієнтів лінійного розширення. При цьому основна маса об'єкта не охолоджується, і механічні властивості конструкцій не погіршуються, що експериментально підтверджується.

При зіткненні з поверхнею об'єкта до гранул сухого льоду підводиться величезна кількість холоду. В результаті теплообміну тверді частинки CO_2 миттєво нагріваються і переходять у газоподібний стан, прагнучий розширитися в об'ємі сотні разів. Утворений газ, частково проникаючи в простір між забрудненнями і поверхнею, що очищається, утворює так званий газовий клин, що відламує під тиском частинки забруднень від поверхні.

Для повного видалення забруднень необхідний перманентний механічний вплив на поверхню, що очищається. Цей процес забезпечується за рахунок кінетичної енергії гранул сухого льоду, що вилітають із пристрою розпилю з значною швидкістю.

Вуглекислий газ розширюється обсягом, і кінетична енергія гранул сухого льоду відламує і видаляє частинки забруднень від поверхні (рис. 1).

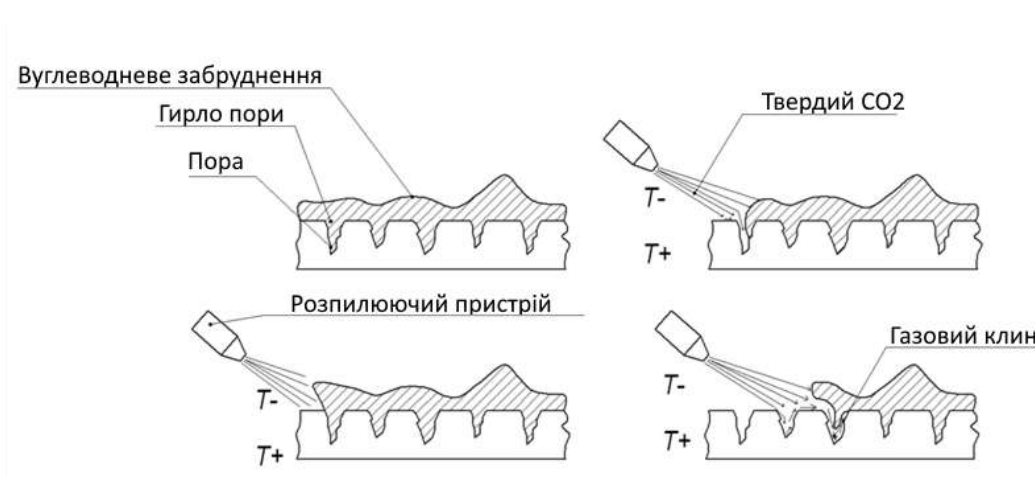


Рис. 1. Процес очищення поверхні забрудненої нафтопродуктами криогенним бластингом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС України № 658 від 24.12.2008 р. «Про затвердження Правил пожежної безпеки для об'єктів зберігання, транспортування та реалізації нафтопродуктів».

ВАЖЛИВІСТЬ МЕХАНІЗМУ НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ ДІЯМ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Голуб В.А., аспірант,

Зозуля І.В., д.юр.н., професор

Харківський національний університет внутрішніх справ

У зв'язку з військовою агресією російської федерації проти України та введенням правового режиму воєнного стану набули подальшої актуалізації правові засади розширення Державною службою України з надзвичайних ситуацій кола суб'єктів державного нагляду (контролю) за об'єктом порушення [1].

Особливого значення це набуло під час варварських обстрілів житлових будинків із мирним населенням, тому питання обізнаності останнього про способи та методи дій у надзвичайних ситуаціях з метою порятунку особистого життя та життя оточуючих людей є вкрай важливим. Адже кожен, як зазначає Є. Р. Погрібна, може опинитися у зоні надзвичайної ситуації. Звичайно, державою гарантуються і забезпечуються конституційні права громадян на захист життя, здоров'я та власності, проте поки не надійшла допомога, коли іноді лічені хвилини вирішують все, кожен з нас може покладатися лише на себе [2, с. 115].

Наразі слід враховувати, що станом на сьогодні Указом Президента України від 24 лютого 2022 року № 64/2022, відповідно до пункту 20 частини першої статті 106 Конституції України, Закону України «Про правовий режим воєнного стану», було введено в державі воєнний стан. У подальшому його дію було продовжено. Це суттєво, під час бойових дій, ускладнює роботу Державної служби України з надзвичайних ситуацій з надання своєчасної допомоги населенню.

Як у воєнний, так і у мирний час, за інформацією офіційного сайту Державної служби України з надзвичайних ситуацій, більшість надзвичайних ситуацій відбувається та поширюється через свідомі чи несвідомі дії людини. Так, за інформацією Державної служби України з надзвичайних ситуацій пожежі, які виникають внаслідок коротких замикань, перевантаження електродвигунів, освітлювальних та силових мереж, через роботу несправних або залишених без нагляду електронагрівальних приладів, складають 25 відсотків всіх випадків [3]. Тому вирішення проблеми компетентності з питань цивільного захисту закріплене Кодексом цивільного захисту України [4] як обов'язок громадян вивчати способи захисту від надзвичайних ситуацій та дій у разі їх виникнення.

Факторами, що сприяють збереженню життя і здоров'я населення в умовах надзвичайних ситуаціє, є:

- володіння інформацією про природу можливого ризику;
- вміння розпізнати небезпеку та оцінити обстановку, що склалася;
- знання способів дій та самопомочі в умовах надзвичайних ситуацій, що саме загрожують людині та її дому;
- вміння, за необхідності, користуватися колективними та індивідуальними засобами захисту і допомоги;
- вміння взаємодіяти зі службами порятунку [3].

До запровадження воєнного стану Урядом України було визначено механізм навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, який у теперішніх умовах є вкрай актуальним.

Так, на робочих місцях роботодавці у рамках професійного навчання працівників на виробництві зобов'язані організувати вивчення ними Програм загальної підготовки

працівників до дій у надзвичайних ситуаціях та для практичного закріплення і перевірки рівня знань тих, хто навчався проводити спеціальні об'єктові навчання і тренування з питань цивільного захисту.

На думку С. І. Гайдамаки, «за місцем проживання органами місцевого самоврядування повинні створюватись умови для самостійного вивчення населенням правил поведінки в умовах надзвичайних ситуацій шляхом видання навчальних і наочних посібників, соціальної реклами, буклетів, пам'яток, розміщення у засобах масової інформації та консультаційних пунктах при органах місцевого самоврядування відомостей про надзвичайні ситуації, у зоні яких або у зоні можливого ураження від яких може опинитися місце проживання громадян та методи реагування на них» [5, с. 21–22].

Виконання наведених умов суттєво зменшить кількість людських жертв під час надзвичайних ситуацій. Проте, на наше переконання, з метою дієвого його виконання слід на законодавчому рівні закріпити обов'язок роботодавців та органів місцевого самоврядування звітувати щокварталу ДСНС про проведені заходи у наведеному напрямку. І, водночас, слід передбачити відповідальність керівництва за невиконання вказаних вимог. Також, у разі вчинення повторного порушення необхідно організаторів заходів цивільного захисту з числа керівників, їх заступників та фахівців, з урахуванням характеру завдань, що ними виконуються, надсилати на проходження ними курсової підготовки на спеціально утворених ДСНС спільно з місцевими органами влади навчально-методичних центрах цивільного захисту та безпеки життєдіяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зозуля І. В., Голуб В. А. Правові засади розширення Державною службою України з надзвичайних ситуацій кола суб'єктів державного нагляду (контролю) за об'єктом порушення. Форум Права, 69(4). 2021. С. 62–71. URL: <http://doi.org/10.5281/zenodo.6992517>
2. Погрібна Є. Р. Важливою є організація навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях. Психологічні особливості реагування особи і суспільства на надзвичайні ситуації: матер. фахової дискусії 14.12.2021 р. / упорядник В. М. Духневич. К.: ІСПП НАПН України, 2022. С. 115–117. URL: <http://psy-lpr.at.ua/Materials/fakh-dis-12.2022.pdf>
3. Осипенко С. І., Ткач О. В. Захист і самопоміч у надзвичайних ситуаціях. Посібник для самостійного вивчення населенням способів захисту від надзвичайних ситуацій та дій у разі їх виникнення. К.: Державна служба України з надзвичайних ситуацій, 2019. С. 5–9.
4. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI (станом на 01 січ. 2023 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
5. Гайдамака С. І. Напрацьовуючи власні ресурси, людина створює систему підтримки, яка допомагає рухатися вперед і досягати бажаного. Психологічні особливості реагування особи і суспільства на надзвичайні ситуації: матер. фахової дискусії 14.12.2021 р. / упорядник В. М. Духневич. К.: ІСПП НАПН України, 2022. С. 21–25. URL: <http://psy-lpr.at.ua/Materials/fakh-dis-12.2022.pdf>

СТІЙКІСТЬ ОКРЕМИХ ФАЗ У ПРУЖНІЙ МАТРИЦІ КОМПОЗИТУ

*Горик О.В., д.т.н., професор,
Ковальчук С.Б., д.т.н., доцент,
Муравльов В.В., к.т.н., доцент*

Полтавський державний аграрний університет

У різноманітних галузях народного господарства набули широкого використання різноманітні композитні матеріали. Більшість з них складені із основного матеріалу матриці і окремих дискретних фаз (стрижнів). Окремі більш міцні й гнучкі фази композиту можуть знаходитися у стиснутому стані. В таких випадках окрім виявлення критеріїв втрати загальної стійкості елементів є контроль вірогідності втрати стійкості окремих гнучких арматурних стрижнів, що може стати причиною руйнування композитної системи. Конструктивні рішення (постановка хомутив) не завжди приводять до бажаного ефекту, оскільки фази можуть втрачати стійкість не на всій довжині між хомутами або за формою з декількома півхвилями, коли хомути тільки визначають місця з нульовими переміщеннями. Поряд з цим арматурні стрижні можуть мати початкову кривину, викликану прогинами, поперечними деформаціями або різними іншими причинами (дефектами). Такі конструктивні обставини вагомо впливають на стійкість фаз у пружному середовищі матриці, збільшуючи або зменшуючи значення критичної сили.

Розглянуто три можливі випадки втрати стійкості дискретної фази в середовищі матриці композиту (рис.1).

Перший: вісь фази прямолінійна, втрата стійкості відбувається у бік меншого опору середовища (рис.1, а), *випадок вільного деформування*. Критичну силу у цьому випадку позначимо \bar{F}_{cr} .

Другий: вісь не прямолінійна, опір середовища однаковий у будь-якому напрямку. Втрата стійкості відбувається в бік початкової кривини фази (рис.1, б), *випадок спонукаючого деформування*. Критична сила у цьому випадку $\tilde{F}_{cr} < \bar{F}_{cr}$.

Третій: вісь не прямолінійна, опір середовища в напрямку початкової кривини значно більший ніж у протилежному. Втрата стійкості відбувається в бік меншого опору (рис.1, с), *випадок обмеженого деформування*. Тут $\tilde{F}_{cr} > \bar{F}_{cr}$.

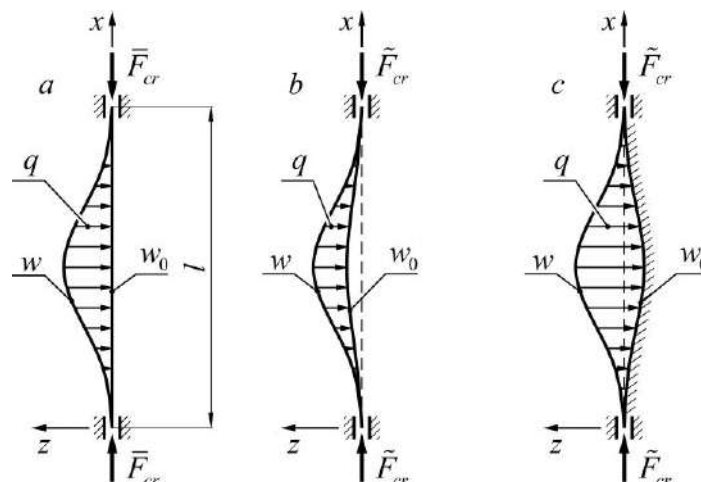


Рис. 1. Випадки втрати стійкості арматури в бетонному середовищі.

Розрахункова довжина l , на котрій відбувається втрата стійкості арматури,

визначається точками, у яких переміщення і кут повороту пружної лінії w стрижня рівні нулю: $w|_{x=0, x=l} = 0$ і $\frac{dw}{dx}|_{x=0, x=l} = 0$.

Для попереднього аналізу були прийняті наближені функції поперечних переміщень стрижня до (w_0) та після (w) втрати стійкості:

$$w_0 = \frac{1}{2} f_0 \left(1 - \cos \frac{2\pi}{l} x \right), \quad w = \frac{1}{2} f \left(1 - \cos \frac{2\pi}{l} x \right), \quad (1)$$

де f і f_0 – амплітуди функцій осі фази, зумовлені втратою стійкості і початковою кривиною відповідно.

На основі рівняння балансу енергії отримано загальне визначальне співвідношення для критичної сили \tilde{F}_{cr} із урахуванням можливої початкової кривини фази в середовищі матриці та форми (рис. 1) втрати стійкості (+, –)

$$\tilde{F}_{cr} = \bar{F}_{cr} / (1 \pm \tilde{F}_{cr} H_{w_0}) = (F_e + F_{res}) / (1 \pm \tilde{F}_{cr} H_{w_0}), \quad (2)$$

де \bar{F}_{cr} – критична сила за умови прямолінійності фази; F_e – Ейлерова сила; F_{res} – додаткова складова критичної сили, що враховує опір пружного середовища;

$H_{w_0} = 2 \int_0^l w_0^2 dx / D_{11} \int_0^l (dw/dx)^2 dx$ – враховує початкову кривизну фази.

Формула (2) відповідає трьом початковим геометричним формам фази, що втрачає стійкість у пружному середовищі (рис.1). Після обчислення інтегралів для визначення параметрів кривизни H_{w_0} з урахуванням (1) отримали вирази (2), у зручному для аналізу виді, для всіх трьох випадків форм деформування фази.

Зроблено аналіз достовірності прийняття функції переміщень фази у вигляді (1) порівнянням результатів розрахунку за (2) і розв'язанням точного диференціального рівняння пружної лінії після втрати стійкості

$$\frac{d^4 w}{dx^4} + \frac{F_{cr}}{D_{11}} \frac{d^2 w}{dx^2} + \frac{k}{D_{11}} w = 0, \quad (3)$$

де D_{11} – жорсткість арматури; k – коефіцієнт опору середовища.

Так, при $H_{w_0} = 0$, що відповідає умові початкової прямолінійності фази, результати, отримані за наближеною формулою (2), яка дає розв'язок тільки при $n = 1$, і за допомогою диференціального рівняння (3) за граничного значення $kl^4/D_{11} = 900$ розходження складає 8.8%, що є задовільним для практичних розрахунків.

Як приклад, розглянуто фрагмент стиснутої залізобетонної колони, армованої високоміцними гнучкими прямолінійними сталевими фазами (арматурою), що дозволило зробити цінні висновки щодо можливої втрати стійкості арматури та руйнування при цьому захисного шару бетону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mehanika kompozitov: v 12 t. / pod obsh. red. A. N. Guzya. Kyiv : Nauk. dumka, 1993–2003.
2. Babich I. Yu., Guz A. N., Chehov V. N. Trehmernaya teoriya ustojchivosti voloknistyh i sloistyh materialov. Prikladnaya mehanika. 2001. № 9. P. 3–42.
3. Goryk O. V., Piskunov V. H., Cherednikov V. M. Mekhanika deformuvannia kompozytnykh brusiv. Poltava-Kyiv: ASMI, 2008. 402 p.

ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ ПРОТИ ПРОГРЕСУЮЧОГО РУЙНУВАННЯ ПРИ НС ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ

Дагіль В.Г.¹,

Дагіль І.І.²

¹Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У 1999 році на заході Туреччини стався потужний землетрус, унаслідок якого загинули 17 тис осіб і були зруйновані 20 тис будинків, 6 лютого 2023 року на півдні Туреччини – 41 тис людей, 25 тис будівель. До 70-х років ХХ ст. помилково вважалося, що на більшій частині території України, розташованій на Східноєвропейській тектонічній платформі, значні сейсмічні події неможливі, тому більшість споруд будували без урахування заходів сейсмічного захисту. За інформацією Інституту геофізики НАН України сейсмонебезпечні райони з прогнозованою інтенсивністю сейсмічних струшувань 6–9 балів становлять близько 20 % території України з населенням понад 10 млн чол. Райони з прогнозованою інтенсивністю 7–9 балів становлять 12 % території країни, у яких проживає 7 млн чол.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю проведення активної роботи щодо дослідження стійкості будівель проти прогресуючого руйнування при НС природного характеру у зв'язку зі збільшення кількості нових будівель та зношенням стану житлового фонду 60–70-х років

Для забезпечення менш трудомісткого розрахунку будівель і споруд на прогресуюче обвалення існує ряд програмних комплексів, що дозволяють спростити розрахунок. Основними з них є: SCAD Office, LIRA, STARK-ES, ANSYS, PLAXIS, STAAD Pro та інші. Ці програмні комплекси мають схожість в змісті і в можливості розрахунків при використанні модуля "прогресуюче обвалення", але відрізняються побудовою інтерфейсу.

В роботі на прикладі *розрахунку багатоповислої будівлі з урахуванням динамічних впливів* (seysm.fea) виконано розрахунок моделі будівлі лінійно-спектральним методом на сейсмічні впливи згідно положень Єврокод-8, і ДБН В.1.1-12: 2006 шляхом моделювання сейсмічних впливів для висотної будівлі в комплексі SCAD. А саме:

- проаналізовано власні коливання конструкції і встановлено найбільш небезпечні розрахункові напрямки сейсмічних впливів;
- визначено максимальні інерційні сили (статичних навантажень) лінійно-спектральним методом для розрахункових схем сейсмічного впливу. Сейсмічні навантаження відповідають рівню проектний землетрус;
- визначено зусилля в елементах конструкцій при дії статичних навантажень;
- на основі динамічного розрахунку на сейсмічні навантаження, виконано проектні розрахунки елементів конструкцій з розглядом несприятливих поєднань статичних і статичних навантажень, що відповідають рівню МРЗ (максимальний розрахунковий землетрус).

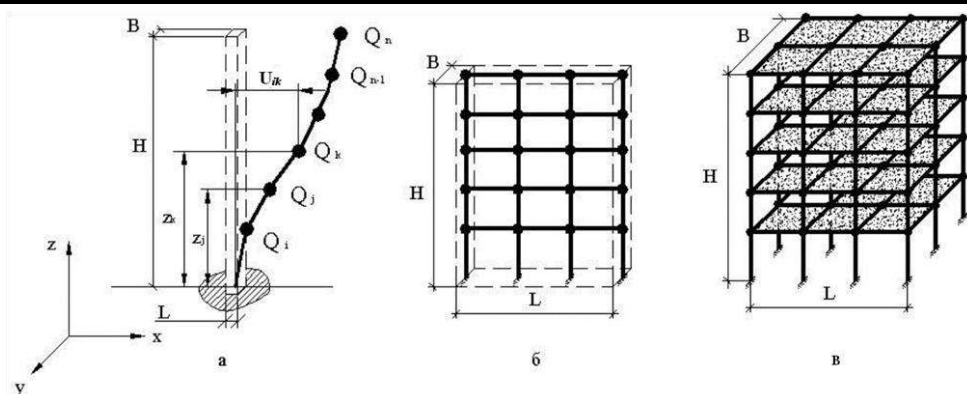


Рис. 1. Розрахункова схема у вигляді пружно-деформованих стержнів.

	$S_x+0,7S_y/2$	$S_x+0,7S_y/2$ по формам	$S_x+S_y/2$	$S_x+S_y/2$ по формам	27°	
2	43,58	44,11	51,36	57,54	43,25	0,244
17	45,11	80,27	62,14	114,26	32,52	0,808
35	155,90	142,54	174,73	168,45	176,29	0,156
50	8,02	13,66	10,96	19,54	7,87	0,728
99	66,47	59,45	72,57	66,16	82,24	0,163
113	37,42	35,93	38,05	35,99	56,91	0,201
170	86,66	80,28	97,98	96,75	95,23	0,161

Рис. 2. Результат розрахунку зусиль в стержнях.

Як бачимо в результаті розрахунку отримані значення зусиль не значні, але і вони впливають на епюри поздовжніх сил та згинальних моментів

Як бачимо в результаті розрахунку зусилля, отримані від особливого поєднання навантажень, які впливають на епюри поздовжніх сил та згинальних моментів, виявилися більшими, ніж при основних поєднаннях, то саме вони беруться до уваги при перевірочному розрахунку перерізу елементів каркасу.

Висновки. Аналіз результатів дослідження реакції просторового каркасу багатоповерхової будівлі свідчить про те, що значення зусиль максимальних згинальних моментів при сталих характеристиках жорсткості залежить від вибору небезпечних напрямків впливу. В результаті можна зробити висновок, що на сьогодні при висотному будівництві є необхідним врахування сейсмічного навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

1. URL:
https://scadsoft.com/help/AccelEdit/ru/index.htm#t=AccelEdit1049_rtf%2FWelcome.htm
2. ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».
3. ДСТУ-Н Б EN 1998-3:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Ч. 3. Оцінка стану та відновлення будівель (EN 1998-3:2005, IDT).
4. ДБН В.1.1-12:2006. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівництво в сейсмічних районах України.
5. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України.
6. Дагіль В., Сопінський В. Підвищення надійності та пожежної безпеки висотних будівель. Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020. 284 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ЛЕГКОСКИДНИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Добряк Д.О.,
Ніжник В.В., д.т.н., с.н.с.,
Поздєєв С.В., д.т.н., професор,
Нікулін О.Ф., д.т.н.,
Луценко Ю.В., к.т.н.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Захист від дії надлишкового тиску вибуху в індустріально-промисловому секторі України потребує особливої уваги адже вибухи приводять до значних соціально-економічних втрат [1]. Враховуючи чисельність підприємств із підвищеною вибухопожежною небезпекою, вибухозахист за допомогою застосування спеціальних інженерних заходів потребує постійного вдосконалення.

В сучасній практиці вибухозахисту поширено використання легкоскидних конструкцій (далі – ЛСК), що обумовлено ефективністю застосування, простотою монтування та відносно низькою ціною виробу. Інженерні рішення у вигляді легкоскидних конструкцій забезпечують запобігання утворенню в об'ємі вибухопожежонебезпечного приміщення та будинку надлишкового тиску вибуху, що перевищує допустимий тиск вибуху, забезпеченням сполучення об'єму цього приміщення із зовнішнім простором, що запобігає гибелі та травмуванню людей, можливого руйнуванню будівельних конструкцій від вибухової хвилі [2].

Основною характеристикою ЛСК, яка забезпечує досягання вищезазначеної мети є руйнування елементів її основи або кріплення при таких значеннях надлишкового тиску вибуху за яких дотримана безпека людей та збережено цілісність несучих будівельних конструкцій вибухопожежонебезпечних приміщень та будинків [2].

Для експериментального обґрунтування та підбору необхідних суттєвих характеристик будівельних виробів та матеріалів які можуть виконувати функцію ЛСК створено установку для перевірки функціональності елементів легкоскидних конструкцій (далі – установка) показано на рисунку 1 [3].



а)



б)

Рис. 1. Установка для перевірки функціональності елементів ЛСК: а) – установка перед проведенням випробування; б) – момент спрацювання ЛСК.

Означений метод випробувань дозволяє визначити конструктивні параметри ЛСК, такі, як тиск спрацювання ЛСК ($P_{спр}$), площа ЛСК ($S_{ЛСК}$), мінімальний конструктивний розмір секції ЛСК (p_{min}).

Установка забезпечує створення надлишкового тиску в верхній частині камери розширення від 1 кПа до 5 кПа.

Передбачено випробування дослідних зразків ЛСК з розмірами (1000×1000) мм, (1000×500) мм та їхніх кріплень до несучих конструкцій.

Поставлена задача вирішується тим, що установка складається з вибухової камери сталого об'єму, у верхній частині якої є отвір, що перекривається ЛСК, містить вибухову камеру та камеру розширення, які відокремлені перетинкою встановленою на градчасту рамну перегородку показано на рисунку 2.

Установку виконано з можливістю змінювати об'єми вибухової камери та його співвідношення до об'єму камери розширення, що забезпечує точне встановлювання заданого надлишкового тиску, а відокремлювач виконаний у вигляді перетинки, що легко руйнується суттєво знижує його вплив на динаміку фронту поширення ударної хвилі вибуху, що зменшує похибку вимірювань. Додатково введені в установку, вентилятор для покращення перемішування газоповітряної суміші, та витяжну трубу з вентилятором для провітрювання вибухової камери та камери розширення від продуктів згорання, після проведення випробування показано на рисунку 3.



Рис. 2. Відокремлювач у вигляді перетинки, що легко руйнується.



Рис. 3. Витяжна труба з вентилятором.

Установка з зазначеними конструктивними параметрами забезпечує створення контрольованого надлишкового тиску вибуху та дозволяє з точністю до 0,1 кПа визначити величину надлишкового тиску вибуху спрацювання ЛСК, дослідити можливості використання в якості ЛСК тих чи інших будівельних матеріалів з різними геометричними параметрами з необхідною точністю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2013–2016 роки. Статистичний збірник аналітичних матеріалів. За загальною редакцією В.С. Кропивницького. К.: УкрНДЦЗ, 2018.
2. ДСТУ 9176:2022 Методи визначення параметрів легкоскридних конструкцій для приміщень та будинків. Основні положення.
3. Пат. 151044 Україна, МПК (2022.01) А62С 99/00. Установка для перевірки функціональності елементів легкоскридних конструкцій / В. В. Ніжник, С. В. Поздєєв, О. Ф. Нікулін, Д. О. Добряк, Ю. Л. Фецуку, заявник та патентовласник Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. № у 2021 04602, заяв. 09.08.2021; опубл. 01.06.2022, бюл. № 22.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

*Дурсєв В.О., к.т.н., доцент,
Христич В.В., к.т.н., доцент,
Малярєв М.В., к.т.н., доцент,
Горбащенко А.О.*

Національний університет цивільного захисту України

При застосуванні сучасних адаптивних систем протипожежного захисту (АСППЗ) виникає принципова можливість зменшення витрат вогнегасної речовини (ВР) для гасіння пожежі. Крім того, зменшення витрат ВР дозволяє зменшити негативні наслідки їх впливу на навколишнє середовище. При цьому, зміна умов протікання пожежі, а саме її інтенсивності та зони горіння, призводить до включення в дію інших елементів АСППЗ та зміни режиму їх роботи. Це приводить до змін витрат ВР та часу гасіння пожежі.

З метою зменшення витрат ВР і раціонального застосування їх коштовних складових, в АСППЗ застосовуються клапанні виконавчі елементи, що працюють в імпульсному режимі. Час та послідовність їх спрацювання визначається імпульсом, який залежить від інтенсивності протікання пожежі.

В якості вихідних даних при розробці розробка математичної моделі адаптивної системи протипожежного захисту розглянемо рівняння інерційних пропорційних ланок, що описують динаміку роботи регулятора, виконавчого механізму (ВМ) та об'єкту управління (ОУ) [5].

Передаточна функція регулятора:

$$W_{\text{РЕГ}} = \frac{K_{\text{РЕГ}}}{T_{\text{РЕГ}}p + 1}, \quad (1)$$

де $K_{\text{РЕГ}}$ – коефіцієнт підсилення регулятора; $T_{\text{РЕГ}}$ – постійна часу регулятора, с.

Передаточна функція ВМ:

$$W_{\text{ВМ}} = \frac{K_{\text{ВМ}}}{T_{\text{ВМ}}p + 1}, \quad (2)$$

де $K_{\text{ВМ}}$ – коефіцієнт підсилення ВМ; $T_{\text{ВМ}}$ – постійна часу ВМ, с.

Передаточна функція ОУ:

$$W_{\text{ОУ}} = \frac{K_{\text{ОУ}}}{T_{\text{ОУ}}p + 1}, \quad (3)$$

де $K_{\text{ОУ}}$ – коефіцієнт підсилення ОУ; $T_{\text{ОУ}}$ – постійна часу ОУ, с.

В якості вхідного сигналу приймемо одиничний імпульсний сигнал.

Для проведення параметричних досліджень впливу характеристик регулятора на динаміку адаптивної АСППЗ, прийнято: $T_{\text{РЕГ}}=1$ с; $K_{\text{РЕГ}}=15 \div 31$; $T_{\text{ВМ}}=0,7$ с; $K_{\text{ВМ}}=0,155$; $T_{\text{ОУ}}=0,5$ с; $K_{\text{ОУ}}=2,5$; $\Delta u_{\text{ГИС.Р}}=0 \div 0,01$; $\bar{\varepsilon}_d=0 \div 0,21$.

Структурно-динамічна схема АСППЗ буде мати наступний вид, рис. 1.

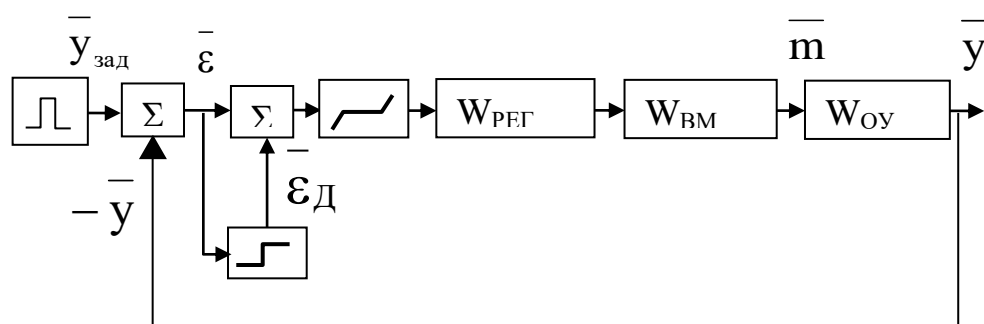


Рис. 1. Структурно-динамічна схема адаптивної АСППЗ.

Проведені дослідження роботи математичної моделі адаптивної АСППЗ показали, що збільшення коефіцієнту посилення регулятора Крег, в цілому підвищує стійкість та швидкодію роботи системи. Крім того, підвищення коефіцієнту посилення регулятора зменшує вірогідність розвитку автоколивань.

Таким чином, розроблена математична модель адаптивної системи протипожежного захисту дозволяє проводити дослідження динаміки систем автоматичного регулювання з урахуванням особливостей (дефектів) реальних П-регуляторів. Наведена математична модель може бути використана для дослідження стійкості і схильності до автоколивань в роботі сучасних та перспективних адаптивна система безпеки.

Визначено, що на схильність систем автоматичного регулювання третього порядку до розвитку автоколивань впливають динамічні параметри регулятора.

Встановлена залежність величини відхилень параметрів роботи адаптивної системи протипожежного захисту від коефіцієнта підсилення регулятора, що забезпечує відсутність автоколивань в системі автоматичного регулювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дерев'янку О. А., Литвяк О. А., Дурєєв В. О. Дослідження застосування широтно-імпульсного управління інерційними об'єктами в сучасних адаптивних системах безпеки. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2020. № 31. С. 68–77. (ISSN 2524-0226). URL: <http://pes.nuczu.edu.ua/images/arhiv/31/6.pdf>

2. Литвяк О. М., Дурєєв В. О., Маляров М. В., Чигрин В. С. Експериментальне дослідження характеристик регулятора оборотів вільної турбіни насос-регулятора типу НР-3. Матеріали доповідей міжнарод. науково-практ. конф. «Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering». Харків: НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». 2019. Том. 2. С. 76–79.

3. Kachanov P., Lytviak O., Derevyanko O., Komar S. Development of an automated hydraulic brake control system for testing aircraft turboshaft gas turbine engines. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2019. 6/2 (102). P. 52–57. DOI:10.15587/1729-4061.2019.185539

ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИПРОБУВАНЬ ОДИНИЧНИХ КАБЕЛІВ НА ПОШИРЮВАННЯ ПОЛУМ'Я

*Іллюченко П.О.,
Зазимко О.В.,
Гордєєв М.Д.,
Кравченко Ю.М.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Стійкість до поширювання полум'я одиничних ізолюваних проводів та кабелів (далі – кабелів) – одна з основних характеристик, що визначається при оцінюванні пожежонебезпечних властивостей кабельної продукції. Вимоги щодо цього показника пожежної небезпеки для кабелів висунута в низці нормативних документів, таких як [1–4] та інших, а вітчизняна класифікація кабелів за цим показником наведена в ДСТУ 4809 [5]. В Європейському Союзі для оцінювання кабелів за загаданим показником застосовують метод випробувань [6], сутність якого полягає в тому, що на вертикально розташований зразок кабелю (відрізок довжиною (600 ± 25) мм), що розміщений в центрі спеціальної камери-огороження, діють полум'ям стандартизованої потужності 1 кВт за з тривалістю дії, яка може становити 60 с, 120 с, 240 с або 480 с (в залежності від зовнішнього діаметру кабелю). Для кабелів із некруглим перерізом (наприклад, які мають плоску форму) визначають периметр і за ним розраховують наведений діаметр, маючи на увазі, що вони мають переріз круглої форми. Після впливу випробувального полум'я та припинення самостійного горіння (якщо таке є) зразок кабелю оцінюють, застосовуючи наступні критерії. Зразок кабелю вважають таким, що витримав випробування, якщо виконуються такі умови:

– відстань від нижнього краю верхнього тримача до верхньої межі звугленої зони більше ніж 50 мм ($L_1 > 50$ мм);

– відстань від нижнього краю верхнього тримача до нижньої межі звугленої зони менше ніж 540 мм ($L_2 \leq 540$ мм).

У другій половині минулого десятиліття європейський стандарт [6] та зміни до нього в Україні було прийнято методом підтвердження [7, 8], ці ж зміни були також враховані Технічним комітетом стандартизації «Пожежна безпека та протипожежна техніка» (ТК 25) при розробленні національного стандарту [9] методом перекладу. Цими змінами встановлено:

- стандартизований метод за [10] визначення діаметру кабелю та правила округлення отриманих результатів визначення діаметру;

- умови та спосіб прикладання навантаги 5 Н/мм^2 перерізу провідників до нижньої частини випробного зразка кабелю (навантагу застосовують, якщо під дією полум'я відбувається суттєве зміщення (викривлення) зразка, при цьому нижній затискач для зразка не застосовують);

- новий спосіб визначення наведеного діаметру кабелів з некруглим перерізом (якщо співвідношення між довжиною довшої та коротшої осей кабелю не перевищує 3, за зовнішній діаметр обирають номінальне значення довжини коротшої осі. Якщо співвідношення між довжиною довшої та коротшої осей кабелю знаходиться в межах від 3 до 16, за зовнішній діаметр обирають суму довжини довшої та коротшої осей, поділену на $3,14 (\pi)$);

- третій критерій оцінювання зразка після випробування (зразок витримав випробування, якщо відстань між верхньою (вище точки прикладання полум'я) та

нижньою (нижче точки прикладання полум'я) границями зугленої зони не перевищує 425 мм ($L_3 \leq 425$ мм).

Необхідність оцінювання кабелів за третім критерієм затребуване для європейської пожежної класифікації за реакцією на вогонь кабелів, призначених для прокладання на об'єктах будівництва (класи кабелів B_{1ca} , B_{2ca} , C_{ca} , D_{ca} та E_{ca}), що визначено в [11] та впроваджено в [12] для реалізації вимог Закону України [13].

Наприкінці 2022 року Наказом ДП «УкрНДНЦ» №№ 285 від 28 грудня 2022 р. для методу випробувань [7] прийнято зміну [14], якою удосконалено утримувальну конструкцію для зразків кабелів, що мають здатність до розриву під впливом випробувального полум'я. Для уникнення цього, європейською організацією стандартизації «CEN/CENELEC» запропоновано в випробній конструкції застосовувати три спеціальні елементи для коригування утримання вертикального положення зразка – металеві обмежувачі, виготовлені з дроту діаметром 1 мм. Параметри щодо розміщення таких елементів відносно зразка та випробувального полум'я наведено на рисунку 1.

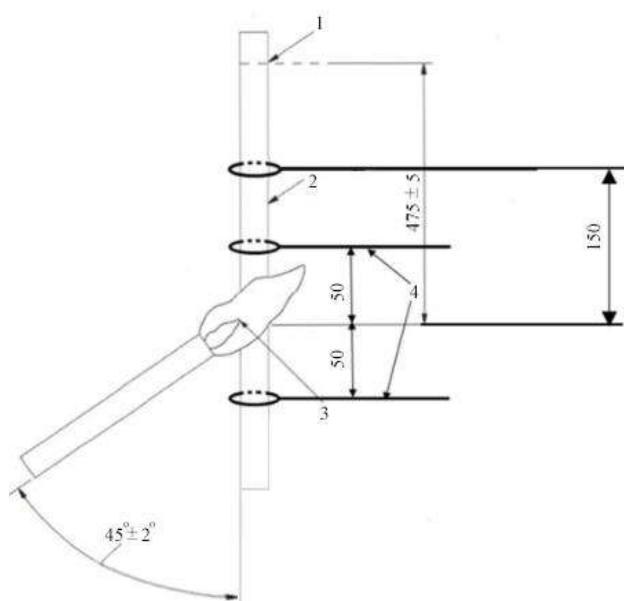


Рис. 1. Випробувальне улаштування

Умовні позначки: 1 – нижній край верхнього затискача; 2 – випробний зразок; 3 – блакитний конус полум'я; 4 – елементи-обмежувачі для утримання вертикального положення зразка.

Діаметр кільця обмежувача, утвореного за допомогою дроту, навколо зразка має бути більше ніж діаметр зразка принаймні на 4 мм. Перед початком прикладання полум'я обмежувачі не мають торкатися зразка кабелю. Тримачі обмежувачів мають кріпитися або до стінок огороження, або до вертикальної несучої конструкції, на якій розташовані основні затискачі для зразка.

Відповідно до вищенаведеного наказу ДП УкрНДНЦ Зміна [14] набуде чинності 31 грудня 2023 року, а випробувальні лабораторії за потреби мають час до адаптації випробувального устаткування до нових вимог.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.

2. ДСТУ HD 604 S1:2018 Кабелі силові на напругу 0,6/1,0 кВ та 1,9/3,3 кВ зі спеціальними показниками пожежної небезпеки для використання на електричних станціях (HD 604 S1:1994; A1:1997; A2:2002; A3:2005, IDT).

3. ДСТУ EN 45545-2:2017 Залізничний транспорт. Протипожежний захист рухомого складу. Частина 2. Вимоги щодо вогневої поведінки матеріалів та компонентів (EN 45545-2:2013 + A1:2015, IDT).

4. ПУЕ Правила улаштування електроустановок, затверджені наказом Міненерговугілля України № 476 від 24.07.2017. 617 с.

5. ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування.

6. EN 60332-1-2:2004 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame

7. ДСТУ EN 60332-1-2:2016 Вогневі випробування електричних та волоконно-оптичних кабелів. Частина 1-2. Випробування на вертикальне поширення полум'я одиничного ізольованого проводу чи кабелю. Метод випробування полум'ям попередньо змішаного типу потужністю 1 кВт (EN 60332-1-2:2004, IDT). Зі зміною № 1.

8. ДСТУ EN 60332-1-2:2016 Вогневі випробування електричних та волоконно-оптичних кабелів. Частина 1-2. Випробування на вертикальне поширення полум'я одиничного ізольованого проводу чи кабелю. Метод випробування полум'ям попередньо змішаного типу потужністю 1 кВт (EN 60332-1-2:2004/A11:2016, IDT). Зміна № 11:2019

9. ДСТУ EN 60332-1-2:2017 Вогневі випробування електричних та волоконно-оптичних кабелів. Частина 1-2. Випробування на вертикальне поширення полум'я одиничного ізольованого проводу чи кабелю. Метод випробування полум'ям попередньо змішаного типу потужністю 1 кВт (EN 60332-1-2:2004; A1:2015; A11:2016, IDT; IEC 60332-1-2:2004; A1:2015, IDT)

10. EN 60811-203:2012 Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 203: General tests - Measurement of overall dimensions

11. ДСТУ EN 13501-6:2019 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 6. Класифікація за результатами випробування щодо реакції на вогонь кабелів силових, контрольних та зв'язку (EN 13501-6:2018, IDT).

12. ДСТУ EN 50575:2018 Кабелі силові, контрольні та зв'язку. Кабелі для загального використання в будівельних спорудах згідно з вимогами щодо реакції на вогонь (EN 50575:2014; A1:2016, IDT).

13. Закон України № 850-IX від 02 вересня 2020 року «Про надання будівельної продукції на ринку».

14. ДСТУ EN 60332-1-2:2016 (EN 60332-1-2:2004, IDT)/Зміна № 12:2022 (EN 60332-1-2:2004/A12:2020, IDT) Вогневі випробування електричних та волоконно-оптичних кабелів. Частина 1-2. Випробування на вертикальне поширення полум'я одиничного ізольованого проводу чи кабелю. Метод випробування полум'ям попередньо змішаного типу потужністю 1 кВт.

ОБҐРУНТУВАННЯ ОBOB'ЯЗKОВИХ ВИМОГ ДО ЗАСOБІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Льченко Н.М.,
Хроменков Д.Г.,
Гулик Ю.Б.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Об'єктами технічних регламентів є обов'язкові вимоги до характеристик продукції, спрямовані на усунення її певних видів ризику [1], [2]. Такий вид продукції як засоби цивільного захисту визначено в Кодексі цивільного захисту України [3], ДСТУ 2273 [4] та ДСТУ 3891 [5]. Такими засобами є протипожежна, аварійно-рятувальна та інша спеціальна техніка, обладнання, механізми, прилади, інструменти, вироби медичного призначення, лікарські засоби, засоби колективного та індивідуального захисту, які призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту. На сьогодні законодавством України та Європейського Союзу (далі – ЄС) не прийнятий загальний технічний регламент щодо засобів цивільного захисту. Це також стосується протипожежної та іншої техніки і засобів. На виконання Указу Президента України [6] розроблено проєкт Технічного регламенту засобів цивільного захисту. Але прийняття такого технічного регламенту ускладнено, зокрема, через потребу визначення вичерпних переліків засобів цивільного захисту, на які поширюється його дія. У зв'язку з цим актуальним є визначення того, які саме види (категорії, групи, типи) продукції відносяться до засобів цивільного захисту. У документах [3] і [4] не подано посилання на джерела, які визначають класифікацію продукції, віднесеної до засобів цивільного захисту. У зв'язку з цим здійснено огляд нормативно-правових актів та стандартів, пов'язаних з такою продукцією.

Відповідно до проєкту Технічного регламенту засобів цивільного захисту для них визначені такі суттєві вимоги:

1) під час розроблення, виготовлення, складання, монтажу та експлуатації засобів цивільного захисту необхідно враховувати можливість їх функціонування в екстремальних умовах надзвичайних ситуацій, аварій та пожеж;

2) засоби цивільного захисту повинні бути розроблені, виготовлені та змонтовані з урахуванням сучасного стану розвитку науки і техніки так, щоб ризику загибелі і травмування людей та розміри матеріальних збитків за умов використання за призначенням, належного складання, монтажу та технічного обслуговування (підтримання експлуатаційної придатності) цих засобів були мінімальними;

3) характеристики засобів цивільного захисту відповідно до призначення мають забезпечувати:

– захист життя і здоров'я персоналу, що користується цими засобами та виконує аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, гасіння пожеж, а також людей, яких рятують;

– їх належну функціональну здатність та ефективність за передбачуваних умов, які існують при надзвичайних ситуаціях, аваріях і пожежах;

– запобігання виникненню, виявлення та обмеження впливу небезпечних чинників (пожежі, вибуху, викиду токсичних і радіоактивних речовин, біологічних агентів, низької та високої температури, ураженню розрядами блискавки) на людей, тварин, майно та навколишнє природне середовище;

– своєчасне попередження й оповіщення про надзвичайні ситуації, аварії та пожежі або загрозу їх виникнення;

– їх швидку готовність до використання при реагуванні на надзвичайні ситуації, аварії та пожежі;

– виявлення людей під час виконання пошуково-рятувальних робіт; безпечну евакуацію людей із зони впливу небезпечних чинників у безпечні зони;

– безпечне рятування людей з висоти;

– безпечне рятування людей на воді;

– підтримування умов, мінімально необхідних для збереження життя і здоров'я населення та діяльності особового складу сил цивільного захисту в зонах надзвичайних ситуацій, при аваріях та пожежах;

– їх ідентифікацію під час виконання завдань цивільного захисту;

4) засоби цивільного захисту, які складаються з декількох компонентів, повинні бути розроблені та виготовлені так, щоб під час складання, монтажу та використання цих засобів забезпечувалася сумісність компонентів;

5) інформація про характеристики, знання якої забезпечує безпечне використання та застосування за призначенням засобів цивільного захисту, повинна наноситися на ці засоби, а якщо це неможливо, – зазначатися в супровідній документації.

Проект Технічного регламенту було розроблено на основі міжнародних, європейських та національних стандартів. Дотримання вимоги таких стандартів згідно з [1] забезпечує виконання вищенаведених суттєвих вимог.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15 січня 2015 року No 124-VIII (Офіційний вісник України від 20.02.2015. 2015 р., № 12, стор. 15, стаття 306, код акту 75683/2015).

2. Directive (EU) 2015/1535 of the European Parliament and of the Council of 9 September 2015 laying down a procedure for the provision of information in the field of technical regulations and of rules on Information Society services (Text with EEA relevance). – OJ L 241, 17.9.2015. P. 1–15.

3. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року No 5403-VI (Офіційний вісник України від 30.11.2012. 2012 р. № 89, стор. 9, стаття 3589, код акту 64336/2012).

4. ДСТУ 2273:2006 Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять. - Чинний від 2007-04-01. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 44 с.

5. ДСТУ 3891:2013 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2000-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2000. 22 с.

6. Указ Президента України «Про невідкладні заходи пожежній небезпеці (Офіційний вісник Президента України від 03.01.2020. 2020 р., № 1, стор. 37, стаття 36.

ЗНИЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ШЛЯХОМ ЇХ ГЛИБОКОГО ПРОСОЧУВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИМИ СУМІШАМИ

Ішин І.В.,

Тригуб В.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Несучі та огорожувальні дерев'яні конструкції завдяки своїм позитивним експлуатаційним якостям традиційно знаходять своє широке застосування у будівництві будівель та споруд різного функціонального призначення. Незважаючи на це, деревині притаманні такі недоліки як гігроскопічність, анізотропність, схильність до біологічного ураження, що значно знижує термін їх служби, а також висока пожежна небезпека.

Будівництво будівель та споруд із застосуванням дерев'яних конструкцій, а також сучасні тенденції вимагають досягнення відповідного ступеню їхньої пожежної небезпеки із забезпеченням необхідних показників з вогнестійкості. Вогнезахист дерев'яних будівельних конструкцій може здійснюватися за допомогою конструктивних та неконструктивних методів, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Залежно від способу нанесення на поверхню матеріалу, що захищається, при неконструктивному вогнезахисті, розрізняють:

- нанесення вогнезахисних фарб;
- нанесення штукатурок та обмазок;
- просочення деревини вогнезахисними складами.

Серед названих способів вогнезахисної обробки дерев'яних конструкцій в даний час найбільшого поширення набуло застосування просочувальних складів, що пояснюється високою технологічністю їх використання, низькою вартістю, мінімальним обтяженням конструктивних елементів і, крім того, можливість забезпечити збереження текстури деревини.

Розробці та дослідженню вогнезахисних властивостей різних складів присвячено багато досліджень. Незважаючи на те, що фактично доведена висока вогнезахисна ефективність вогнезахисних складів і фарб, що спучуються [1], в даний час серед засобів пасивного вогнезахисту велике поширення зберігають також «класичні» вогнезахисні просочувальні склади на основі водних розчинів різних низькомолекулярних сполук. Популярність таких складів, за їхньої низької вогнезахисної здатності, пояснюється відносною дешевизною та простотою виготовлення.

Завдяки своїй простоті та доступності найбільшого поширення набув метод поверхневого просочення. Широке застосування даного методу забезпечується розвитком теоретичних уявлень про механізм впливу різних вогнезахисних складів на процес термічного розкладання компонентів деревини, що дозволяє отримувати склади, що мають високу вогнезахисну ефективність навіть при незначній витраті. Розчин, як правило, наноситься на поверхню матеріалу або конструкцію пензлем, валиком або розпорошенням. Проникнення діючих речовин відбувається за рахунок капілярного тиску на глибину до 2 мм для свіжої та до 5 мм для старої деревини [2].

Методи глибокого просочення отримали найбільший розвиток для біологічного захисту деревини, що експлуатується у вологих та біологічно агресивних середовищах (стовпи електропередач, шпали, підлоги та огорожувальні конструкції тваринницьких комплексів та ін.). Збільшення глибини проникнення просочувальних складів можна досягти застосуванням різних «механізованих» способів просочення.

Автоклавне просочення є на сьогоднішній день найбільш опрацьованим способом

просочення деревних матеріалів, як з теоретичної, так і з практичної точки зору. «Класична» схема просочення [3], що використовується в усьому світі, включає такі технологічні операції як: вакуумування, повітряний і рідинний тиск.

Основним критерієм якості вогнезахисної обробки методом просочення зазвичай є кількість сухих речовин і, меншою мірою, глибина просочення. Максимальна ефективність досягається при глибокому просоченні з високим поглинанням антипірену. Однак, надмірне збільшення вмісту сольових компонентів вогнезахисних складів у деревині призводить до зміни структури клітинних стінок, їх потовщення та розпушування, і, як наслідок, до зниження характеристик міцності дерев'яних елементів конструкцій.

Застосування способу глибокого просочення деревини складами дає можливість підвищення експлуатаційних та пожежобезпечних характеристик дерев'яних конструкцій за допомогою їх просочення на встановлену глибину [4]. Основним завданням при цьому є відпрацювання оптимальних технологічних режимів просочування деревних матеріалів та конструкцій з отриманням високоякісних показників та підвищення їх пожежної безпеки.

В оцінці ефективності вогнезахисної обробки матеріалів зазвичай орієнтуються на масові показники вмісту сухих речовин. Проте деревина, яка глибоко просочена антипіренами на відміну від поверхнево обробленої, здатна чинити підвищений опір дії вогню не тільки на стадії загоряння, а й при пожежі, що розвинулася, завдяки зниженню швидкості тепловиділення більш ніж у 6 разів порівняно з незахищеною деревиною.

Таким чином, враховуючи сучасні тенденції та перспективи застосування дерев'яних конструкцій в галузі будівництва, вивчення питань розробки та застосування різних способів та видів вогнезахисту дерев'яних конструкцій пов'язане не тільки із встановленням якісних та кількісних показників вогнезахисних засобів, що впливають на їхню вогнезахисну ефективність, але й з можливістю їх застосування для досягнення необхідних показників пожежної небезпеки та вогнестійкості дерев'яних конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борисов П. Ф. Повышение эффективности огнезащиты древесины путем последовательной пропитки антипиреном и полимерным антисептиком: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.02 «Пожежна безпека». Харків, 2000. 18 с.
2. Цапко Ю. В., Соколенко К. І. Оцінювання експлуатаційної надійності вогнезахисної деревини. Пожежна та техногенна безпека України: Міжнар. наук.-практ. конф., Київ: тез.доп. К.: УкрНДІПБ. 2005. С. 51.
3. Cooper P. A. Effect of species precompression, and seasoning on heartwood preservative treatability of six western conifers. Forest Prod. J. 1973. V. 23, № 7. P. 51–59.
4. Саенко А. И. Повышение огнезащиты древесины глубокой пропиткой антипиренами на основе электрогидравлического эффекта [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 / Саенко Александр Иванович. Харьков, 1998. 142 с.

УДК 614.841.332

**ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ***Ковальов А.І.¹, к.т.н., с.н.с.,**Пурденко Р.Р.¹, аспірант,**Тараненко І.С.²,**Маґас N.³**¹Національний університет цивільного захисту України,**²ГУ ДСНС України у м. Києві,**Словацький технологічний університет у Братиславі (Словаччина)*

Незважаючи на значний поступ у науково-технічній сфері, людству ще не вдалося знайти абсолютно надійних засобів щодо забезпечення пожежної безпеки. Більше того, статистика свідчить, що при зростанні чисельності населення на 1 %, кількість пожеж збільшується приблизно на 5 %, а збитки від них зростають на 10 %. Проведений аналіз статистичних даних виникнення пожеж за останні роки, аналіз сучасних методів та підходів щодо оцінювання вогнестійкості залізобетонних конструкцій, дає можливість стверджувати щодо існування потреб в розробці методів оцінювання вогнестійкості залізобетонних конструкцій, що допоможе запобігти руйнуванню конструкцій та зменшити кількість загиблих при виникненні надзвичайних ситуацій або пожеж [1]. Саме тому створення основ ефективного оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій з науково обґрунтованими параметрами вогнезахисних покриттів є актуальною проблемою.

Метою дослідження є проведення оцінки вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій за допомогою розробленої комп'ютерної моделі теплового [2] та напружено-деформованого стану в програмному забезпеченні «ЛІРА-САПР» для підвищення рівня забезпечення пожежної безпеки будівель та споруд.

У програмному комплексі «ЛІРА-САПР» авторами було проведено скінченно-елементний аналіз розглянутого вогнезахисного залізобетонного перекриття. Розрахунок проводився із врахуванням фізичної нелінійності. Розв'язання задачі нестационарної теплопровідності зводилося до визначення температури бетону вогнезахисного залізобетонного перекриття у будь-якій точці поперечного перерізу в заданий час. За результатами моделювання нестационарного прогріву залізобетонного перекриття визначали зону руйнування за умов нагрівання точковим джерелом тепла і розподіл температур по товщині конструкції. Розподіл температур по товщині конструкції може бути прийнятим за результатами проведених раніше досліджень. Наступним етапом було моделювання напружено-деформованого стану вогнезахисного залізобетонного перекриття. Для цього в програмному комплексі «ЛІРА-САПР» була побудована модель та прикладені навантаження $5,7 \text{ кН/м}^2$ та власна вага перекриття. Застосовані закони деформування матеріалів моделі, а саме: експоненціальний та кусково-лінійний, які враховують модуль пружності бетону, коефіцієнт лінійної температурної деформації бетону, граничну відносну деформацію бетону.

Модель складається з 52206 вузлів та 48599 елементів. Крок розбиття по перерізу склав $h=0,01 \text{ м}$, часовий крок $\Delta t=60 \text{ с}$.

На рис. 1 зображено результати статичного розрахунку в програмному комплексі «ЛІРА-САПР». Як видно із рис. 1 прогин залізобетонного перекриття в середній частині плити складає 39,8 мм, що задовільно корелює з експериментальними результатами (42 мм), а похибка не перевищує 5 %.

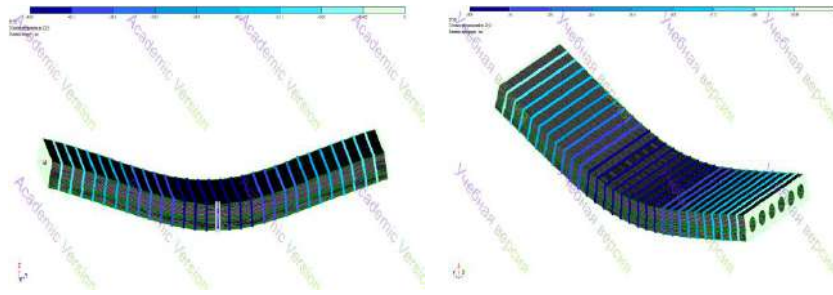


Рис. 1. Прогини вогнезахисної залізобетонної плити перекриття.

Підтвердженням адекватності розробленої комп'ютерної моделі є дані (рис. 2), на якому видно задовільну збіжність експериментальних та розрахункових значень прогину залізобетонного вогнезахисного перекриття по середині прольоту при умові впливу стандартного температурного режиму пожежі.

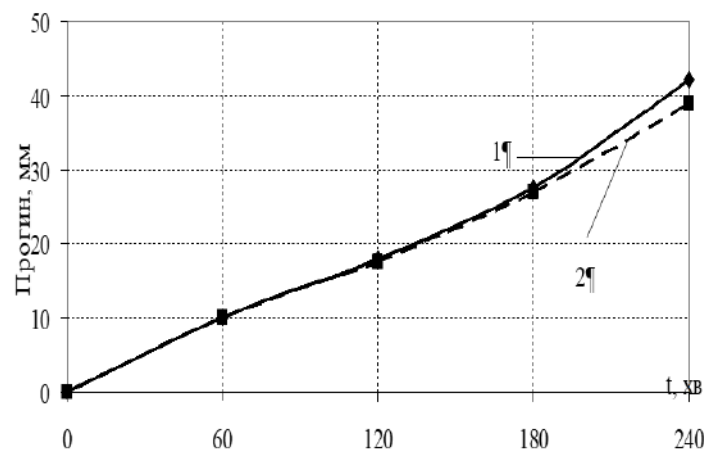


Рис. 2. Прогин залізобетонного вогнезахисного перекриття по середині прольоту при стандартному температурному режимі пожежі: 1 – експеримент; 2 – розрахунок.

Таким чином, розроблено комп'ютерну модель напружено-деформованого стану вогнезахисного багатопустотного залізобетонного перекриття в програмному комплексі «ЛІРА-САПР», яка дозволяє з достатньою для інженерних розрахунків точністю (до 5 %) оцінювати вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sadkovyi V., Andronov V., Semkiv O., Kovalov A., Rybka E., Otrosh Y., Udianskyi M., Koloskov V., Danilin A., Kovalov P. Fire resistance of reinforced concrete and steel structures: monograph / V. Sadkovyi, E. Rybka, Yu. Otrosh and others. Kharkiv: PC Technology center, 2021. 180 p.
2. Kovalov A., Purdenko R., Otrosh Y., Tomenko V., Rashkevich N., Shcholokov E., Pidhornyy M., Zolotova N., Suprun O. Assessment of fire resistance of fireproof reinforced concrete structures. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 5 (1 (119)). 2022. P. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266219>

**МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ПРОГРІВУ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ***Ковальов А.І.¹, к.т.н., с.н.с.,**Пурденко Р.Р.¹, аспірант,**Тараненко І.С.²,**Семко В.О.³**¹Національний університет цивільного захисту України,**²ГУ ДСНС України у м. Києві,**³Познанський технологічний університет, Познань, Польща*

Визначення меж вогнестійкості вогнезахисних та незахисних будівельних конструкцій можна проводити як розрахунковими методами, так і на підставі експериментальних випробувань на вогнестійкість. Водночас, незважаючи на наявність вимог щодо температурних впливів, на практиці ними часто нехтують, що призводить до значних економічних втрат. При цьому розвиток методів розрахунку вогнестійкості конструкцій, особливо в частині розв'язання теплотехнічної задачі, стало можливим завдяки використанню сучасного комп'ютерного програмного забезпечення [1].

Невирішеною частиною проблеми є відсутність можливості оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних будівельних конструкцій за допомогою адекватних комп'ютерних моделей, які дозволили б моделювати нестационарний прогрів вогнезахисних залізобетонних конструкцій. При цьому, такі моделі повинні мати можливість визначати температуру в будь-якому перерізі конструкції (в будь-якій точці та момент часу) за умов впливу стандартизованих температурних режимів пожежі та враховувати параметри вогнезахисних покриттів. Розв'язання даної проблеми призведе до можливості оцінювання вогнестійкості вогнезахисних залізобетонних конструкцій з достатньою (до 5 %) для інженерних розрахунків точністю. Розв'язання задачі нестационарної теплопровідності зводилося до визначення температури бетону вогнезахисного залізобетонного перекриття у будь-якій точці поперечного перерізу в заданий час.

Алгоритм розрахунку полягав у визначенні температури у кожному вузлі перерізу розробленої розрахункової моделі. Координатна сітка накладалася так, щоб її вузли розташовувалися не тільки в товщині перерізу, але і по його периметру. Також вузли мали розміщатися у центрі стержнів для конструкцій з гнучкою арматурою, і по довжині полиць і стінки в середині їхньої товщини для конструкцій з жорсткою арматурою. Крок сітки рекомендується задавати в межах 0,01–0,03 м, але обов'язково він повинен бути більшим за максимальний діаметр робочої арматури (12 мм). Одним з найважливіших етапів скінчено-елементного аналізу є побудова сітки кінцевих елементів. Точність розрахунку за допомогою методу кінцевих елементів залежить від правильного вибору типів та розмірів кінцевих елементів. Була обрана прямокутна сітка з чотирма вузлами, що дає точніші результати, ніж сітка з трикутними елементами, що пояснюється наступним чином. Дрібна сітка потрібна там, де очікується великий градієнт деформацій чи напруг (отвір, виточення, тріщина тощо). У той же час, сітка великих розмірів може застосовуватися в зонах з відмінними деформаціями або напруженнями, що мало змінюються, а також в областях, що не становлять особливої цікавості для розрахунків. У зв'язку з цим, перед створенням скінчено-елементної сітки необхідно виділити передбачувані області концентрації напружень. Розмір скінченого елемента плити перекриття задавався більше 1/6 прольоту плити, але не менше ніж 1/15 прольоту плити. Було задано 10 кінцевих елементів на проліт плити перекриття.

Таким чином, сітка скінчених елементів має в основі наближені до квадратів елементи, що є для розрахунку матриці ідеальним варіантом, довжина елементів не перевищує 1/10 розміру поперечного перерізу, що відповідає рекомендації по формуванню сітки кінцевих елементів. Зменшення розмірів призведе до збільшення значної кількості кінцевих елементів, а це призведе до збільшення часу розрахунку і використання більш потужної обчислювальної техніки, а на аналіз результатів впливу не матиме.

Було змодельовано поперечний переріз багатопустотного залізобетонного перекриття, використовуючи 15-у ознаку схеми в програмному середовищі ЛІРА-САПР (рис. 2).

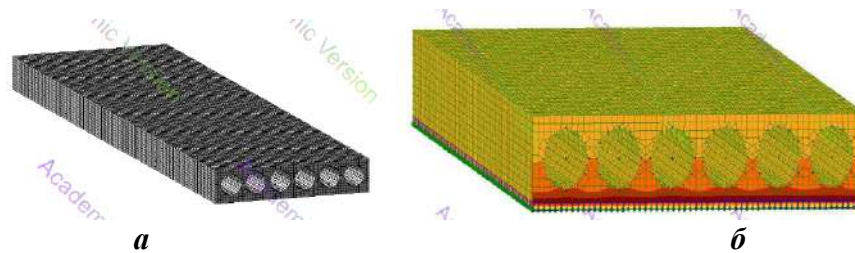


Рис. 1. Модель залізобетонного перекриття в 3D (а, б) постановці: а – залізобетонне перекриття; б – вогнезахищене залізобетонне перекриття.

В результаті чисельного моделювання були отримані розподіли температур у вогнезахищеному багатопустотному перекритті на 120 (а) та 240 (б) хвилини вогневого впливу за стандартним температурним режимом пожежі (рис. 2).

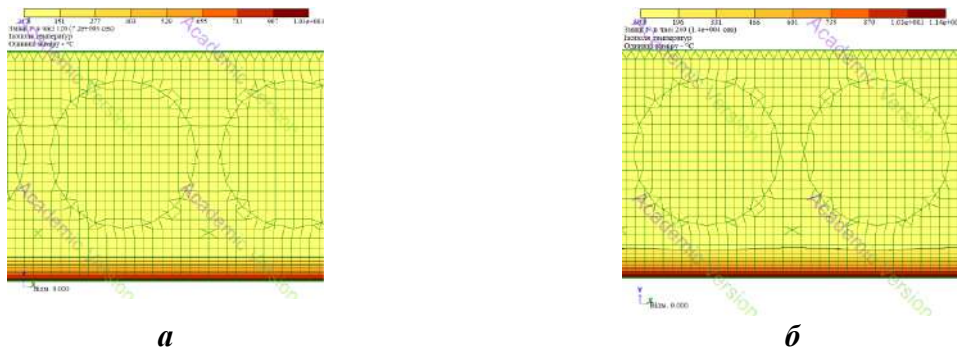


Рис. 1. Розподіл температур у фрагменті вогнезахищеного залізобетонного перекриття на 120 (а) та 240 (б) хвилини випробування.

Таким чином, розроблено скінчено-елементну модель вогнезахищеного багатопустотного залізобетонного перекриття в програмному середовищі ЛІРА-САПР, яка дозволяє моделювати нестационарний прогрів вогнезахищеної залізобетонної конструкції, враховуючи теплофізичні та механічні властивості матеріалів, з яких складається конструкція.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kovalov A., Purdenko R., Otrosh Y., Tomenko V., Rashkevich N., Shcholokov E., Pidhornyy M., Zolotova N., Suprun O. Assessment of fire resistance of fireproof reinforced concrete structures. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 5 (1 (119)). 2022. P. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266219>

ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Ковальов А.І., к.т.н., с.н.с.,

Циганок Р.О.,

Яковлева Д.О.

Національний університет цивільного захисту України

Згідно статистичних даних про пожежі встановлено, що за останні десять років в Україні в будівлях та спорудах трапилося понад 250 тисяч пожеж, з яких в середньому знищено або пошкоджено 22353 будівлі та споруди різного призначення, з яких 4281 будівля зруйнована повністю. Це вказує на те, що одним з факторів, на якому ґрунтується пожежна безпека під час проектування, будівництва та експлуатації будівель та споруд різного призначення є забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій. Нові технології будівництва передбачають широке застосування різноманітних будівельних конструкцій, використання яких, як правило, передбачає обов'язкові нормативні вимоги в частині дотримання відповідності меж вогнестійкості та поширення вогню. Зазначені вимоги можуть бути забезпечені комплексом заходів, що передбачається як технологією виконання будівельних конструкцій, так і застосуванням вогнезахисних покриттів. Одним із шляхів підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій є застосування ефективних вогнезахисних покриттів із обґрунтованими параметрами, що мають забезпечити нормативний рівень вогнестійкості, що сприятиме підвищенню пожежної безпеки будівель та споруд [1].

Забезпечення вогнестійкості вогнезахисних сталевих будівельних конструкцій є підґрунтям наукових основ підвищення рівня забезпечення пожежної безпеки об'єктів шляхом їх вогнезахисту з науково обґрунтованими параметрами вогнезахисних покриттів. Вказане питання є досить складною проблемою, розв'язання якої дозволить на стадії проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд застосовувати вогнезахисні будівельні конструкції, які здатні забезпечити стійкість об'єкту при високотемпературному та силовому впливах [2].

Таким чином, невирішеною частиною проблеми є відсутність можливості оцінювати вогнестійкість вогнезахисних сталевих конструкцій за допомогою адекватних комп'ютерних моделей, які дозволяють моделювати сумісний високотемпературний та силовий впливи на вогнезахисні сталеві конструкції. При цьому, такі моделі повинні мати можливість визначати температуру в перерізі конструкції (в будь-якій точці та момент часу) за умов впливу різних чинників: товщини покриття, теплофізичних характеристик покриття та будівельної конструкції, механічних характеристик будівельної конструкції, режиму пожежі, кліматичних факторів [3].

Метою дослідження було оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій за допомогою розроблених комп'ютерних моделей теплового та напружено-деформованого стану в програмному забезпеченні «ЛІРА-САПР» для підвищення рівня пожежної безпеки будівель та споруд.

Було розроблено модель, яка складається з 58231 та 41732 елементів. Крок розбиття по перерізу склав $h=0,01$ м, часовий крок $\Delta t=60$ с.

Теплофізичні характеристики досліджуваного реактивного вогнезахисного покриття для їх використання в розрахунках нестационарного прогріву вогнезахисної сталеві балки були визначені в попередніх роботах [3]. Для розв'язання задач був обраний продукт ЛІРА-САПР, за допомогою якої визначали розподіл температурних

полів вирішенням теплотехнічної задачі. Статичний розрахунок виконувався із залученням відомих методик, що враховують вид завантаження конструкції. При моделюванні напружено-деформованого стану навантаженої вогнезахисної сталеві балки використано діаграму «напруження-деформація» та коефіцієнту зниження для вуглецевої сталі за підвищеної температури.

На рис. 1 зображено результати статичного розрахунку в ЛІРІ-САПР.

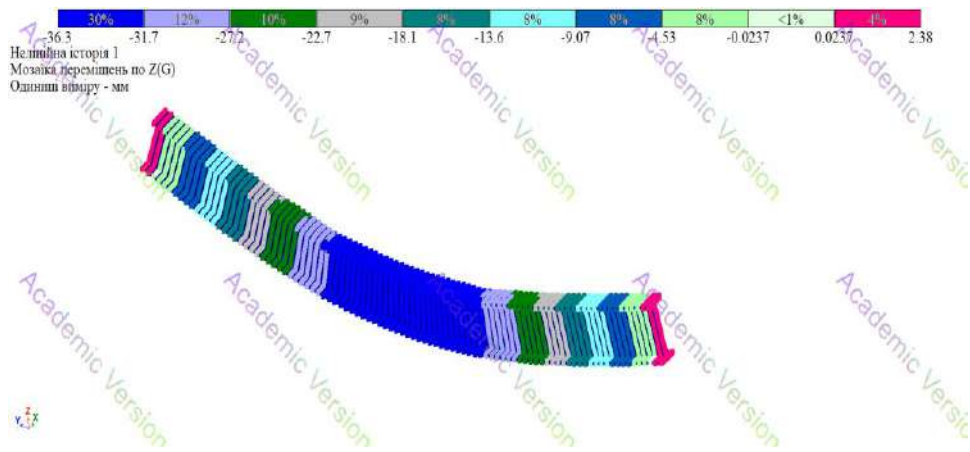


Рис. 1. Прогин навантаженої вогнезахисної сталеві балки.

В результаті виконання роботи були розроблені комп'ютерні моделі теплового та напружено-деформованого стану для оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій, які враховують: теплофізичні характеристики вогнезахисних покриттів, теплофізичні та механічні властивості матеріалів, з яких складається конструкція, нелінійні закони деформування матеріалів моделі, механічні властивості матеріалів при високотемпературних та силових впливах.

Встановлено, що результати чисельного моделювання за допомогою розроблених комп'ютерних моделей є адекватними при оцінюванні вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій. Доведено, що рівень точності моделювання є достатнім, а найбільша область відхилення у значеннях прогину спостерігається на 50 хвилині розрахунку і становить близько 1,7 мм, що складає похибку в 3 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kovalov A., Purdenko R., Otrosh Y., Tomenko V., Rashkevich N., Shcholokov E., Pidhornyy M., Zolotova N., Suprun O. Assessment of fire resistance of fireproof reinforced concrete structures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5 (1 (119)). 2022. P. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266219>
2. Kovalov A., Otrosh Y., Chernenko O., Zhuravskij M., Anszczak M. Modeling of non-stationary heating of steel plates with fire-protective coatings in Ansys under the conditions of hydrocarbon fire temperature mode. In *Materials Science Forum*. 1038 MSF. 2021. P. 514–523.
3. Kovalov A., Otrosh Y., Vedula S., Danilin O., Kovalevska T. Parameters of fire-retardant coatings of steel constructions under the influence of climatic factors. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 3. 2019. P. 46–53.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ТЕРМІЧНИХ ВПЛИВІВ НА ШВИДКІСТЬ ТА ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНІ РЕЖИМИ ГОРІННЯ ПРОТЕХНІЧНИХ НІТРАТНО-МЕТАЛІЗОВАНИХ СУМІШЕЙ З ДОБАВКАМИ ФТОРИДІВ МЕТАЛІВ

Козяр Н.М., к.т.н.,

Кириченко О.В., д.т.н, професор,

Ковбаса В.О., ад'юнкт ад'юнктури,

Дядюшенко О.О., к.т.н., доцент

Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Піротехнічні вироби різноманітного призначення (освітлювальні, сигнальні, трасуючі засоби, джерела ГЧ-випромінювання, елементи ракетно-космічної техніки тощо.) на основі багатокомпонентних ущільнених сумішей з порошків металевих палих (алюмінію, алюмінієво-магнієвих сплавів тощо), нітратовмісних окиснювачів (нітратів лужних та лужноземельних металів тощо) та добавок різноманітних органічних речовин (парафіну, стеарину, нафталіну, уротропіну, ідіолу тощо) при зберіганні та транспортуванні можуть піддаватися інтенсивним зовнішнім термічним впливам (наприклад, при пожежах в складських приміщеннях, де зберігаються вироби, займанням поряд розташованим легкозаймистим об'єктам при транспортуванні виробів в зонах бойових дій. В результаті відбувається передчасне займання зарядів сумішей, що призводить до пожежовибухонебезпечного руйнування виробів.

Тому суттєве практичне значення набуває попередження вимушених пожежовибухонебезпечних руйнувань виробів у разі впливу зовнішніх термічних дій.

З цією метою були розроблені математичні моделі процесів зовнішнього нагріву зарядів сумішей, що враховують на відміну від існуючих моделей, їх технологічні характеристики (співвідношення та дисперсність компонентів, коефіцієнт ущільнення, висоту та діаметр заряду), а також температурні залежності теплофізичних властивостей сумішей (об'ємної теплоємності, коефіцієнта теплопровідності). Ці моделі дозволяють з більш високою ступеню точності (відносна похибка розрахунків знижена до 6...8 % замість 10...12 % – в існуючих методах) визначати критичні діапазони зміни параметрів зовнішніх термічних впливів (теплових потоків, часів їх впливу), перевищення яких може призвести до зазначених руйнувань виробів.

Встановлено, що збільшення теплового потоку від $2 \cdot 10^5$ Вт/м² до $3,8 \cdot 10^5$ Вт/м²

у діапазоні, характерному для полум'я відомих горючих матеріалів термоударних впливів надзвукового обдуву потоком повітря, призводить до зростання температури поверхні заряду суміші в 5...7 разів для часу теплової дії 10...20 с, подальше його збільшення до 10² с веде до її різкого зростання більш, ніж на порядок.

Визначення критичних значень параметрів зовнішніх термічних впливів (теплового потоку gn та часу його впливу t) здійснюється з співвідношення:

$$T_n > T_z \quad (1)$$

де T_z – температура, за якої починається самостійний розігрів заряду суміші в результаті процесу екзотермічного окиснення металевих палих в газоподібних продуктах термічного розкладання нітратовмісного окиснювача та добавок органічних речовин (так звана температура займання частинок металів у активних газоподібних продуктах).

Шляхом порівняння діапазонів розрахункових температур поверхні зарядів сумішей T_n з експериментально отриманими діапазонами зміни температури T_z

відповідно до нерівності (1) та встановлюються зазначені вище критичні значення gn та t для різних значень технологічних параметрів сумішей.

При цьому встановлено, що перевищення значень цих параметрів призводить до швидкого займання зарядів сумішей (в межах $10^{-3} \dots 10^{-2}$ с), різкому прискоренню процесу їх горіння та пожежовибухонебезпечного руйнування окремих частин корпусів виробів та викиду в довкілля високотемпературних (до $2000 \dots 3500$ К) продуктів згорання сумішей, а також нагрітих залишків корпусів і частин зарядів, які не згоріли і здатні займатися і руйнувати навколишні об'єкти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ващенко В. А., Кириченко О. В., Лега Ю. Г., Заика П. И., Яценко И. В., Цибулін В. В. Процессы горения металлизированных конденсированных систем. К.: Наукова думка, 2008. 745 с.
2. Кириченко О. В., Діброва О. С., Мотрічук Р. Б., Ващенко В. А., Колінько С. О. Дослідження спалахування та горіння частинок алюмінієвомагнієвих сплавів у продуктах розкладання твердих піротехнічних палив. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 2019. № 2 (8) (ISSN 2518-1777). №2 (8). С. 81–85.
3. Кириченко О. В., Діброва О. С., Мотрічук Р. Б., Ващенко В. А., Колінько С. О., Цибулін В. В. Визначення критичних режимів розвитку процесів горіння піротехнічних нітратно-металевих сумішей в умовах зовнішніх термічних дій. Вісник Черкаського державного технологічного університету. № 2. 2020. С. 123–133.
4. Кириченко С. П., Ковалишин В. В., Гвоздь В. М., Ващенко В. А., Колінько С. О., Цибулін В. В. Дослідження механізму та розробка моделі розвитку процесу горіння піротехнічних сумішей металеве пальне+оксид металу при зовнішніх термічних діях. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2021. № 4. С. 68–82.

ПІДРОЗДІЛИ З ПИТАНЬ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ У СКЛАДІ ВИКОНАВЧИХ ОРГАНІВ МІСЬКИХ, СЕЛИЩНИХ ТА СІЛЬСЬКИХ РАД: КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ

Коробкін В.Ф., к.т.н., доцент,

Слюсар А.А.,

Парталян С.А.

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

На теперішній час відсутні окремі рекомендації КМ України для організаційно-управлінської структури органів місцевого самоврядування (далі – ОМС) та критерії щодо визначення чисельності фахівців структурних підрозділів з питань цивільного захисту (далі – ЦЗ) у складі виконавчих ОМС територіальних громад. На місцевому рівні не до кінця усвідомлюють обсяги відповідних завдань у сфері ЦЗ територіальної громади згідно з статтею 36-1 [1], що в подальшому впливає на ефективність забезпечення та проведення заходів ЦЗ на території територіальної громади. І в цьому контексті важливим є проведення досліджень з визначення чинників, критеріїв або підходів щодо визначення структури підрозділу з питань ЦЗ виконавчого органу ОМС та його чисельності.

Основою організаційно-управлінської структури ОМС є штатний розпис виконавчого органу. Нормативно-правового документа, який би регулював чисельність працівників та штати ОМС не прийнято. Водночас із п. 5 ч. 1 ст. 26 [1] випливає, що затвердження структури виконавчих органів ради, загальної чисельності апарату ради та її виконавчих органів, витрат на їх утримання є виключною компетенцією сільської, селищної, міської ради. Пропозиції щодо зазначених питань вносить голова відповідної ради, а затверджуються вони на пленарних засіданнях. Таким чином, ОМС мають право розробляти та затверджувати свої штати виходячи з місцевих умов і можливостей. Також відповідно до Європейської Хартії місцевого самоврядування органи місцевого самоврядування самі визначають власні штати. У [2] запропоновано алгоритм дій щодо створення в структурі виконавчого органу структурного підрозділу з питань ЦЗ в територіальній громаді.

При визначенні виду структурного підрозділу з питань ЦЗ (управління, відділ, сектор), визначення його чисельності або призначення окремої посадової особи з питань ЦЗ повинно враховуватися: рівень техногенного навантаження на території громади (стаття 50 [3]); ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру; чисельність жителів, які проживають на території громади; наявність населених пунктів віднесених до відповідних груп ЦЗ та/або суб'єктів господарювання – до відповідних категорій ЦЗ.

При розрахунках чисельності структурного підрозділу з питань ЦЗ ОМС потрібно чітко визначити рівні впливу кожного запропонованого критерія на можливий обсяг робіт щодо запобігання надзвичайних ситуацій та подій, який повинен виконуватися працівниками структурного підрозділу з питань ЦЗ ОМС.

Рівень техногенного навантаження на території громади є важливішим критерієм з запропонованих. У даному випадку чисельність працівників підрозділу з питань ЦЗ буде залежить від обсягу проведення заходів запобігання виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру, участі у нагляді за джерелами небезпеки [3] тощо.

Імовірність *надзвичайних ситуацій природного характеру* на території громади обов'язково потрібно враховувати. У даному випадку чисельність працівників

підрозділу з питань ЦЗ ОМС буде залежить від обсягу проведення заходів запобігання виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру та безпосередньої участі у таких заходах посадових осіб з питань ЦЗ ОМС.

Чисельність жителів, які проживають на території громади. Такий критерій безпосередньо впливає на обсяг заходів, які пов'язані з реалізацією місцевих програм у сфері цивільного захисту, організацією навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, заходами з евакуацією, оповіщенням тощо.

Наявність населених пунктів віднесених до відповідних груп ЦЗ та/або суб'єктів господарювання – до відповідних категорій ЦЗ. Такий критерій доцільно враховувати аналогічно критерію щодо рівня техногенного навантаження на території громади.

Перераховані критерії впливу на визначення чисельності структурного підрозділу з питань ЦЗ в подальшому потребують математичної інтерпретації з формуванням відповідних коефіцієнтів впливу, які вказують на можливий відсоток навантаження посадової особи з питань ЦЗ ОМС при виконанні відповідних заходів у сфері ЦЗ на території громади. При проведенні розрахунку чисельності структурного підрозділу з питань ЦЗ для визначення об'єму робіт та обов'язків працівників важливим є проведення аналізу стану техногенно-екологічної безпеки громади та паспортизації території громади щодо ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. Визначений об'єм робіт щодо запобігання надзвичайних ситуацій та подій на території громади буде вказувати на відповідні функціональні обов'язки та їх різноманітність, які повинні виконувати працівники структурного підрозділу з питань ЦЗ, обсяг навантаження, кількість, специфіку тощо. Варто відмітити, що на визначення чисельності структурного підрозділу виконавчого органу місцевого самоврядування можуть впливати інші критерії (наявність/відсутність добровільної пожежної охорони, державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин) Оперативно-рятувальної служби ЦЗ тощо). Перераховані підходи до критеріїв, подальша їх математична інтерпретація повинні складатися в методику розрахунку чисельності працівників структурного підрозділу з питань ЦЗ виконавчого органу місцевого самоврядування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 06.10.98 р. № 163-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80?find=1&text> (дата звернення: 10.01.2023)
2. Лещенко О. Я., Коробкін В. Ф. та інші. Перші кроки щодо організації цивільного захисту на базовому рівні місцевого самоврядування: серія практичних порадників. За заг. ред. П. Б. Волянського, С. А. Парталяна. К. : ІДУ НД ЦЗ, 2021. Серія 2. 18 с. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/uk/metodichna-dopomoga-z-organizaciyi-zahodiv-cz-v-teritorialnih-gromadah/persi-kroki-shhodo-organizaciyi-civilnogo-zaxistu-na-bazovomu-rivni-miscevogo-samovryaduvannya> (дата звернення: 10.01.2023)
3. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 10.01.2023)

ВИЗНАЧЕННЯ СУТТЄВИХ ПОЖЕЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Кравченко Р.І., к.т.н.,

Хроменков Д.Г.,

Льченко Н.М.,

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

В Україні основним нормативно-правовим актом, дія якого поширюється на будівельну продукцію, є Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» [1]. Цей законодавчий акт розроблено на основі Регламенту (ЄС) № 305/2011 [2] (далі – CPR).

У CPR та нормативно-правовому акті України [3] визначено 35 категорій будівельної продукції, на яку поширюється дія європейського та українського технічних регламентів будівельної продукції. Водночас цими документами не визначено групи та конкретні види будівельної продукції, на які поширюється дія таких технічних регламентів, а Європейською організацією технічної оцінки (EOTA) визначено додаткову 36 категорію, яка стосується іншої будівельної продукції.

Для з'ясування видів будівельної продукції, на яку поширюється дія CPR і національного технічного регламенту [1], розглянемо доручення (мандати) Європейської Комісії на розроблення європейськими організаціями стандартизації (CEN, CENELEC) гармонізованих (європейських) стандартів щодо будівельної продукції та гармонізованих (європейські) технічні специфікації. За результатами розгляду цих документів визначено види будівельної продукції.

Така будівельна продукція має забезпечувати основні вимоги до будівель і споруд цивільного будівництва (далі – будівлі або споруди). Такі вимоги визначено Законом України «Про будівельні норми» [4] на основі CPR [2].

Роз'яснення щодо забезпечення виконання основних вимог до споруд надано в низці тлумачних документів, одним з яких є Тлумачний документ «Основна вимога № 2 «Безпека у випадку пожежі» [5]. З урахуванням цього документа розроблено ДБН В.1.2-7 [6].

Відносно основних вимог до споруд установлюють суттєві характеристиками будівельної продукції [2]. Згідно з технічним регламентом [1] такі характеристики для будівельної продукції визначають у регламентних технічних специфікаціях та нормативно-правих актах, розроблених відповідно на основі гармонізованих (європейських) технічних специфікацій та актів законодавства Європейського Союзу (далі – ЄС).

Відносно основної вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки споруд для будівельної продукції нормативно-правовим актом [7], розробленим на основі CPR [2], визначено такі суттєві (пожежні) характеристики будівельної продукції:

- а) реакція на вогонь;
- б) вогнестійкість;
- в) стійкість до зовнішнього вогневого впливу.

Також для певних видів будівельної продукції визначені такі інші суттєві пожежні характеристики:

- г) стійкість до поширення вогню для комплектів навісних фасадів [8].

д) виникнення пожежі, ризик займання суміжних елементів, розташованих поряд, та захист горючих матеріалів для опалювальних приладів, що працюють на твердому і

рідкому паливах, та приладів, що працюють на збираній енергії [9–11];

е) герметичність під час пожежі для комплектів (систем) газових і паливних трубопроводів [12];

ж) суттєві пожежні характеристики для засобів протипожежного захисту будівель.

Об'єктами цієї роботи не є будівельна продукція, для якої не встановлено вимоги пожежної безпеки, та суттєві пожежні характеристики, які потребують окремого вивчення. Тому в подальшому буде розглядатися будівельна продукція, пов'язана лише з суттєвими пожежними характеристиками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про надання будівельної продукції на ринку: Закон України від 02.09.2020 р. №850-IX. Відомості Верховної Ради України 2021. №14. ст. 119

2. Regulation (EU) № 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC. OJ L 88, 04.04.2011. P. 5–43.

3. Про затвердження переліку категорій будівельної продукції: Постанова Кабінету Міністрів України від 28.04.2021 р. №426. Офіційний вісник України. 2021 р., № 37, с. 127.

4. Про будівельні норми: Закон України від 05.11.2009 №1704-VI. Офіційний вісник України. 2009 р., № 93, с. 13.

5. Official Journal of the European Communities // Communication of the Commission with regard to the interpretative documents of Council Directive 89/106/EEC – Interpretative document essential requirement № 2 «Safety in case of fire» – 94/C62/01. P. 23–73.

6. ДБН В.1.2-7-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека – Чинний від 2008-10-01 – К: Мінрегіонбуд України, 2008. – 31 с. Державні будівельні норми

7. Деякі питання надання будівельної продукції на ринку: Постанова Кабінету Міністрів України від 23.12.2021 р. № 1458. Офіційний вісник України. 2022 р, с. 45.

8. Mandate to CEN/CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonized standards on curtain walling (M/108)

9. Mandate to CEN/CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonized standards on space heating appliances (M/129 – EN)

10. Amendment to Mandate to CEN/CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonised standards on M 129 «Space heating appliance and energy capturing appliances» (M/369 EN)

11. COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 29.7.2021 on a standardisation request to the European Committee for Standardisation as regards space heating appliances in support of Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council (M/577)

12. Mandate to CEN/CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonized standards on pipes, tanks and ancillaries not in contact with water intended for human consumption (M/131 – EN)

УДК 614.84

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ КСЕРОГІЛЬНОЮ КОМПОЗИЦІЄЮ

Краснокутський М.І., к.псих.н., доцент,

Овсяннікова Я.О., к.псих.н., с.н.с.,

Похілько Д.С., к.псих.н., с.н.с.,

Кердивар В.В., PhD

Національний університет цивільного захисту України

В даний час одним з найпоширеніших будівельних матеріалів традиційно залишається деревина та вироби з неї. Даний матеріал відрізняється своєю екологічністю [1, 2] і не становить проблеми утилізації, що важливо в сьогоденній час [3, 4]. Однак поряд з перевагами, що вигідно відрізняють її від інших будівельних матеріалів, деревина має і недоліки, головними з яких є легка займистість і горючість. Одним з основних завдань кожної демократичної держави є забезпечення безпеки суспільства [5, 6]. Таким чином, попередження пожеж у будівлях та спорудах, мінімізація їх наслідків під час використання деревини у будівництві є актуальною науковою проблемою.

При дослідженні вогнезахисту використовуються різні методи, описані в роботах [7, 8]. Одним із способів вогнезахисту є спосіб нанесення на поверхню матеріалу, що захищається шару покриття, ефективність якого визначається фізико-хімічними властивостями і адгезією до даної поверхні. При місцевому впливі короткочасного джерела запалювання вогнезахисні покриття ускладнюють горіння дерев'яних конструкцій, полегшують гасіння пожежі, а в ряді випадків унеможливають його виникнення.

Метою роботи є аналіз можливості використання вогнезахисного складу на основі ксерогелю для будівельних конструкцій із деревини. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- експериментально визначити теплопровідність матеріалу на різних етапах теплового впливу, порівняти показники з існуючими теплоізоляційними матеріалами;
- визначити адгезійну міцність вогнезахисного покриття, порівняти з існуючими покриттями;
- визначити ударну міцність, порівняти її з існуючими покриттями.

Таблиця 1. Результати випробувань середньої щільності вогнезахисного покриття

№ з/п	Температура нагріву в муфелі, °С	Маса зразка, г	Об'єм зразка покритого парафіном, см ³	Питома маса, г/см ³
1	20	27,8	31,76	0,97
2	100	25,7	44,95	0,62
3	140	25,3	61,36	0,44
4	180	20,3	72,58	0,30
5	220	21,4	77,83	0,29
6	250	20,7	111,90	0,19

Попередньо зважені на повітрі зразки тонкої нитки повністю опускалися на короткий проміжок часу в посудину з розплавленим парафіном для надання поверхні гідрофобності. Після охолодження зразки повторно зважувалися, а потім визначався їх обсяг об'ємами. В цьому випадку величина об'ємної маси тіла

$$\rho_0 = m/V - ((m_{\text{п}} - m)/\rho_{\text{п}}), \quad (1)$$

де m – маса тіла, г; V – об’єм зразка, покритого парафіном, см^3 ; $m_{\text{п}}$ – маса парафіну, г; $\rho_0 = 0,93 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ – питома маса парафіну.

З підвищенням температури нагрівання зразків вогнезахисного покриття густина матеріалу покриття знижується і відповідно зменшується коефіцієнт теплопровідності захисного покриття, що є позитивним фактором. Отримані значення щільності, 194 кг/м^3 та теплопровідності $0,058 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, відповідають значенням відомих теплоізоляційних матеріалів таких як, пінопласт, скловата, спучений перліт, спучений вермикуліт, пористі бетони та ін.

Результати випробувань експлуатаційних характеристик вогнезахисного покриття показали, що дане покриття з адгезійної міцності, міцності при ударному навантаженні має показники вищі, ніж у покриттях на основі вододисперсійних фарб і штукатурних розчинів.

За показником середньої густини та теплопровідності (після спучування під час нагрівання) дане покриття можна віднести до малотеплопровідних теплоізоляційних матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Teslenko A., Chernukha A., Bezuglov O., Bogatov O., Kunitsa E., Kalyna V., Katunin A., Kobzin V., Minka S. Construction of an algorithm for building regions of questionable decisions for devices containing gases in a linear multidimensional space of hazardous factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5 (10 (101)). 2019. P. 42–49. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.181668
2. Kireev A., Tregubov D., Safronov S., Saveliev D. Study insulating and cooling properties of the material on the basis of crushed foam glass and determination of its extinguishing characteristics with the attitude to alcohols. *Materials Science Forum*. 1006 MSF. 2020. P. 62–69. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1006.62
3. Dadashov I., Loboichenko V., Kireev A. Analysis of the ecological characteristics of environment friendly fire fighting chemicals used in extinguishing oil products. *Pollution Research*. Vol. 37. № 1. 2018. P. 63–77. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062144705&partnerID=40&md5=36a1aa2ad65f6325a5bac590a1deb977>
4. Dadashov I., Kireev A., Kirichenko I., Kovalev A., Sharshanov A. Simulation of the insulating properties of two-layer material. *Functional Materials*. 25/4. 2018. P. 774–779. DOI: 10.15407/fm25.04.774
5. Chopenko N., Muravlev V., Skorodumova O. Technology of molding masses for architectural and artistic ceramics using low-aluminate clays. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. 7(3). 2018. P. 587–590. URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/14595/5944>
6. Skorodumova O., Tarakhno O., Chebotaryova O., Hapon Y., Emen F. M. Formation of fire retardant properties in elastic silica coatings for textile materials. *Materials Science Forum*. 1006 MSF. 2020. P. 25–31. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1006.25
7. Chernukha A., Teslenko A., Kovaliov P., Bezuglov O. Mathematical Modeling of Fire-Proof Efficiency of Coatings Based on Silicate Composition. *Materials Science Forum*. 1006. 2020. P. 70–75. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1006.70
8. Chernukha A., Chernukha A., Kovalov P., Savchenko A. Thermodynamic Study of Fire-Protective Material. *Materials Science Forum*. 1038. 2021. 486491. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1038.486

УДК 624.04

ОСЕСИМЕТРИЧНИЙ ВИГІН КІЛЬЦЕВИХ ПЛАСТИН НА ЗМІННІЙ ПРУЖНІЙ ОСНОВІ

*Крутій Ю.С., д.т.н., професор,
Сур'янінов М.Г., д.т.н., професор,
Клименко О.М., аспірант,
Вакуленко В.В., аспірант*

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Дослідженням плит на пружних основах приділяється велика увага у зв'язку з їхнім широким застосуванням у багатьох інженерних спорудах, таких як фундаменти будинків, покриття автомагістралей, резервуари для води, нафти та ін., злітно-посадочні смуги аеропортів, підземні трубопроводи і ін. Інтерес до цих завдань усе більш зростає, оскільки збільшується поверховість зведених будинків і споруд. У деяких випадках конструкція фундаменту може не повністю опиратися на пружну основу. Тоді пружна основа відображається у вигляді моделі зі змінним коефіцієнтом постелі. Найбільше часто використовується модель Фусса-Вінклера [1], простота якої заснована на гіпотезі про пряму пропорційність між переданим на основу тиском і прогином.

Розглядається кільцева пластина постійної циліндричної жорсткості, що лежить на змінній пружній основі, та перебуває під впливом безупинно розподіленого поперечного навантаження. На рис. 1 показані діючі в пластині внутрішні зусилля — радіальний M_r і окружний M_θ згинальні моменти, а також радіальна поперечна сила Q_r .

Якщо діюче навантаження $q(r)$, реакція пружної основи $R(r)$ й умови закріплення країв не залежать від полярного кута θ , виникає осесиметричний вигин пластини. При такому вигині в пластині діють тільки три внутрішні зусилля, а саме, радіальний M_r і окружний M_θ згинальні моменти, а також радіальна поперечна сила Q_r . Тут a – радіус пластини, r – радіальна координата ($0 \leq r \leq a$).

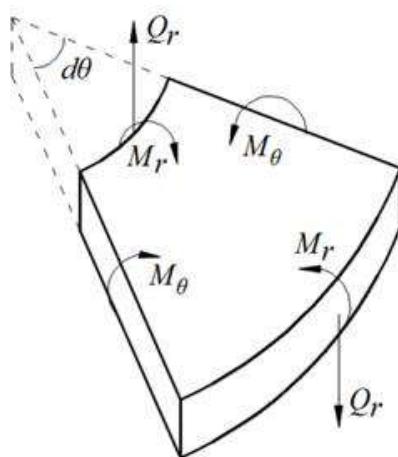


Рис. 1. Зусилля в кільцевій пластині.

Для коефіцієнта постелі $k(r)$ й навантаження $q(r)$ прийняті уявлення:

$$k(r) = k_0 \left(A_0 + A_1 \left(\frac{r}{a} \right) + A_2 \left(\frac{r}{a} \right)^2 + \dots + A_s \left(\frac{r}{a} \right)^s \right); \quad (1)$$

$$q(r) = q_0 \left(B_0 + B_1 \left(\frac{r}{a} \right) + B_2 \left(\frac{r}{a} \right)^2 + \dots + B_p \left(\frac{r}{a} \right)^p \right), \quad (2)$$

де k_0, q_0 – значення коефіцієнта постелі й навантаження в деякій характерній точці пластини; a і b – радіуси зовнішнього й внутрішнього контурних кіл пластини, r – радіальна координата ($0 \leq r \leq a$), $q(r)$ – діюче навантаження, $R(r)$ – реакція пружної основи.

Стосовно до вигину круглих і кільцевих пластин у роботі [2] методом прямого інтегрування [3] отримані формули для функції прогинів.

Розглядаються результати чисельної реалізації цього алгоритму для конкретних прикладів: бетонна плита, яка жорстко затиснена по внутрішньому контуру, а її зовнішній контур – вільний і сталева плита, яка жорстко затиснена по зовнішньому контуру, а її внутрішній контур – вільний.

Для оцінки результатів розрахунків авторським методом виконане комп'ютерне моделювання розглянутих конструкцій у ПК ЛІРА-САПР і їх розрахунки методом скінчених елементів [4, 5].

Реакція основи описується моделлю Вінклера зі змінним коефіцієнтом постелі. У першому випадку коефіцієнт постелі прийнятий постійним, а в другому випадку він змінюється за лінійним законом. Виконані розрахунки показали, що розбіжність у результатах обчислення прогинів методом скінчених елементів і авторським методом не перевищує 1 %, а результати обчислення радіальних і окружних моментів відрізняються більш суттєво, досягаючи 10 %. Цю відмінність автори пояснюють неточністю чисельного аналізу, пов'язаної з напівавтоматичним методом побудови скінчено-елементної сітки, яку слід робити більш дрібною. Згущення сітки в ручному режимі її розбивки суттєво знижує розбіжність між результатами обчислення прогинів, радіальних і окружних згинальних моментів методом скінчених елементів і авторським методом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Dorota Pawlus. Solution to the static stability problem of annular plates with a soft core. *Journal of theoretical and applied mechanics*. 44. 2. P. 299–322. Warsaw 2006.
2. Крутий Ю. С., Сурьянинов Н. Г., Сорока Н. Н., Карнаухова А. С. Аналитические и численные исследования напряженно-деформированного состояния круглых пластин на упругом основании с переменным коэффициентом постели. *Science Reviu*. 2020. № 6 (33). С. 30–39.
3. Krutii Y. S., Surianinov M G., Karnaukhova G. S. Calculation Method for Axisymmetric Bending of Circular and Annular Plates on a Changeable Elastic Bed. Part 1. *Analytical Relations. Strength of Materials*. 2021. 53(2). P. 247–257.
4. Водопьянов Р. Ю., Титок В. П., Артамонова А. Е. Программный комплекс ЛІРА-САПР 2015. Руководство пользователя. Обучающие примеры. Под редакцией академика РААСН Городецкого А. С. Электронное издание. М.: 2015. 460 с.
5. Барабаш М. С., Кір'язев П. М., Лапенко О. І., Ромашкіна М. А. Основи комп'ютерного моделювання. Навчальний посібник. К.: НАУ. 2019. 500 с.

УДК 614.83

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСІВ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ГАЗОПАРОВОПІТРЯНИМИ СУМІШАМИ

Кулаков О.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Особливу небезпеку уявляють електроустановки, розташовані у вибухонебезпечних зонах (ВНЗ). Наслідки вибухів та пожеж у ВНЗ, є резонансними у порівнянні зі звичайними умовами, що особливо підтвердилося після початку повномасштабного вторгнення військ Російської Федерації в Україну 24.02.2022 року.

В Україні офіційно діючими є два методи встановлення класів ВНЗ, що створюються газопароповітряними вибухонебезпечними сумішами (ГПВС): метод [1] (документ прийнятий 21.06.2001 року) та метод [2] (документ почав діяти 01.09.2018 року). Згідно статті 23 Закону України «Про стандартизацію» національні стандарти застосовуються на добровільній основі, крім випадків, якщо обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовими актами. Тому для встановлення класу газопароповітряної ВНЗ застосування методу [1] є обов'язковим, а методу [2] – можливим. Стандарт [2] є ідентичним редакції 2.0 стандарту Міжнародної Електротехнічної Комісії ІЕС 60079-10-1, яка вже скасована. За даними [3] діючою є редакція 3.0, опублікована 18.12.2020 року з терміном дії до 2025 року.

За обома методами [1, 2] ГПВС можуть утворювати ВНЗ трьох класів: зона класу 0 (простір, у якому ГПВС присутнє постійно або протягом тривалого часу; може мати місце тільки в межах корпусів технологічного обладнання), зона класу 1 (простір, у якому ГПВС може утворитися під час нормальної роботи), зона класу 2 (простір, у якому ГПВС за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго).

Метод [1] не пояснює наскільки рідким та тривалим може бути час існування ГПВС та встановлює максимально можливі фіксовані відстані, на яких створюють ВНЗ.

Метод [2] є розрахунковим та дозволяє врахувати реальні умови створення та розрахувати час існування ГПВС для різних технологічних установок. Вихідними параметрами є кліматичні умови та властивості небезпечних речовин. Далі визначається ступінь витоку небезпечної речовини, залежно від якого вводиться коефіцієнт безпеки k по відношенню до нижньої концентраційної межі поширення полум'я $C_{\text{НКМПП}}$, об./об. (НКМПП). При безперервному витоку небезпечної речовини створюється, як правило, ВНЗ класу 0, при витоку першого ступеня – ВНЗ класу 1, при витоку другого ступеня –

ВНЗ класу 2. Розраховується коефіцієнт витоку $\frac{W_g}{\rho_g \cdot k \cdot C_{\text{НКМПП}}}$, м³/с, де W_g , кг/с –

масова швидкість витоку пари, ρ_g , кг/м³ – щільність газу (пару), k – коефіцієнт безпеки в межах від 0,5 до 1,0, залежний від НКМПП. За номограмою рис. С.1 залежно від величини коефіцієнту витоку та швидкості вентиляції u_w , м/с встановлюється ступінь вентиляції. Якщо ступінь вентиляції є низькою за умов постійного витоку, то має місце ВНЗ класу 1, якщо середньою – ВНЗ класу 2, якщо високою – ВНЗ відсутня. За номограмою рис. D.1, залежно від величини коефіцієнту витоку та властивостей джерела витоку, визначається розмір ВНЗ. Згідно додатку А.2 залежно від властивостей джерела витоку встановлюється форма ВНЗ.

Для ілюстрації застосування результатів застосування діючих методів встановлення класів ВНЗ виконаний розрахунок класів та розмірів ВНЗ наземного резервуару з високооктановим бензином. На рис. 1 приведена отримана методом [2]

залежність, що характеризує умови створення ВНЗ навколо резервуару, що аварійно розгерметизувався (залежність граничної швидкості вітру u_{wgr} від швидкості W аварійного витоку бензину з резервуару). При швидкості вітру вище u_{wgr} рівень вентиляції є високим (ВНЗ відсутня), а нижче – середнім або низьким (створюється ВНЗ класу 2). Методом [1] навколо резервуару створюється ВНЗ класу 2 незалежно від наявності або відсутності витоку. На рис. 2 приведено розраховані залежності відстані від резервуару d , на якій створюється ВНЗ класу 2, від швидкості W витоку бензину з резервуару при дифузному розсіюванні парів бензину в атмосфері, отримані методом [2] (суцільна лінія) та методом [1] (пунктирна лінія). Залежність, встановлена методом [2] отримана за нормальних умов та відсутності вітру. Методом [1] навколо резервуару створюється ВНЗ класу 2 на відстані до 3 м по горизонталі і вертикалі від його стінок незалежно від швидкості витоку рідини.

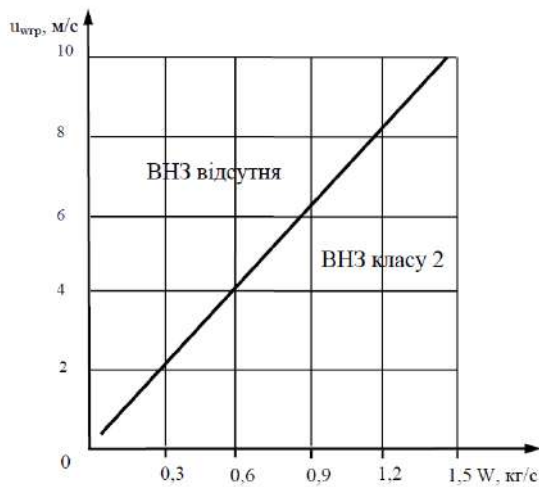


Рис. 1. Залежність, що характеризує умови створення ВНЗ навколо резервуару, розрахована методом [2] (u_{wgr} – гранична швидкість вітру, W – швидкість витоку бензину).

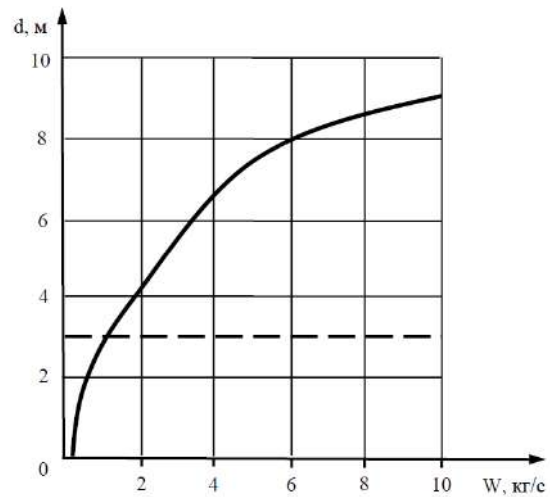


Рис. 2. Залежності відстані від резервуару d , на якій створюється ВНЗ класу 2, від швидкості W витоку бензину з резервуару, встановлені методом [1] (пунктирна лінія) та методом [2] (суцільна лінія).

ЛІТЕРАТУРА

1. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Київ, 2001. 117 с. (Нормативно-правовий акт з охорони праці).
2. ДСТУ EN 60079-10-1:2018 (EN 60079-10-1:2015, IDT; IEC 60079-10-1:2015, IDT). Вибухонебезпечні середовища. Частина 10-1. Класифікація зон. Середовища газові вибухонебезпечні. (Національний стандарт України, прийнятий методом підтвердження).
3. International Electrotechnical Commission (IEC). Webstore. URL: <http://www.webstore.iec.ch/publication>.

УДК 614.84

**МІНЕРАЛЬНІ СУМІШІ НА ГЕОПОЛІМЕРНІЙ ОСНОВІ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ
СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

*Курська Т.М.¹,
Григоренко Н.В.²,
Гузій С.Г.³,
Присяжна О.В.³*

¹*Державний університет «Одеська політехніка»,*

²*Національний університет цивільного захисту України,*

³*Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля Національної академії наук України*

Пасивний вогнезахист сталевих конструкцій та інших несучих елементів буде набувати все більшого значення як зараз, так і в майбутньому. Відомі мінеральні суміші на цементній, глиняній, гіпсовій основах, наповнені перлітом, вермикулітом, мікросферами. Їх наносять на сталеві конструкції у вигляді тонких штукатурних шарів. Межа вогнестійкості безпосередньо залежить від товщини таких покриттів, але в цілому не перевищує 90 хвилин. Більш перспективними засобами пасивного захисту сталевих конструкцій є теплоізоляційні матеріали на основі геополімерів [1, 2].

Аналіз робіт в цьому напрямку показує, що, в основному, дослідники приділяють увагу хімічним процесам пороутворення, що відбуваються в результаті хімічних реакцій в геополімерній матриці. Це є суттєвим недоліком, оскільки покриття товщиною не більше 6 мм здатні затримати час досягнення сталевую підкладкою температури 500 °С більше ніж на 30 хвилин, але менше ніж на 90 хвилин.

В роботі [2] показано перспективність використання геополімерних в'язучих типу хейландит-клиноптилоліт для отримання вогнезахисних покриттів. Включення наповнювачів у такі матриці сприяє покращенню теплоізоляційних та вогнезахисних властивостей [3–5].

Метою роботи є визначення вогнезахисної ефективності мінеральних сумішей на геополімерній основі для вогнезахисту металевих конструкцій.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: провести випробування захищеної металоконструкції на вогнестійкість за стандартних температурних умов; розрахувати межу вогнестійкості металевих конструкцій відповідно до Єврокоду 3; порівняти результати, отримані експериментальним та розрахунковим методами.

В якості вогнезахисного матеріалу використано двокомпонентну теплоізоляційну суміш. Рідкий компонент являє собою суспензію геополімеру з середньою густиною 1,427 г/см³, динамічною в'язкістю 1987 сП при 25 об/хв і поверхневим натягом 46,9 мН/м. Сухий компонент являє собою раціонально підбрану суміш алюмосилікатних гранул, спученого перліту і технологічних добавок. Насипна щільність суміші становить 0,560 г/см³, коефіцієнт теплопровідності знаходиться в межах 0,0958 Вт/м·К. Перед застосуванням рідкі та сухі компоненти теплоізоляційної суміші перемішувалися в ємності будівельним міксером протягом 3 хвилин. Вогневі випробування проводились на двотавровій гарячекатаній сталі №20 ГОСТ 8239-89.

Межі вогнестійкості сталевих конструкцій, захищених від вогню матеріалами загальнобудівельного призначення, визначалися за результатами вогневих випробувань згідно з національними стандартами (ДСТУ Б В.1.1-4-98* Вогнезахист. Будівельні конструкції. Методи вогневих випробувань. Загальні вимоги; ДСТУ Б В.1.1-14:2007 Вогнезахист - Колони - Метод вогневих випробувань (EN 1365-4:1999, NEQ)) та


методами розрахунку відповідно до європейських норм проектування згідно з Єврокодами:

– ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3. "Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Основні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість" (EN 1993-1-2:2005, IDT);

– ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. "Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкцію під час пожежі" (EN 1991-1-2:2002, IDT).

Після завершення вогневих випробувань було проведено порівняння експериментальних і розрахункових даних, наведених у табл. 1, для заданих параметрів суміші. Експериментальні дані: досягнення критичної температури нагріву двотаврової балки до 500 °С з товщиною вогнезахисного покриття 25 мм здійснюється за 113 хвилин вогневих випробувань; клас вогнестійкості сталеві колони коливається від R90 до R120. Розрахункові дані для Єврокоду 3 та Рівняння 3: досягнення критичної температури нагріву двотавра до 538 °С при товщині вогнезахисного покриття 25 мм здійснюється за 116 хвилин; клас вогнестійкості сталеві колони становить від R90 до R120.

Таблиця 1. Порівняння мінімальних товщин геоцементної перлітвмісної теплоізоляційної суміші (d_p, мм)¹

Геоцементна перлітвмісна теплоізоляційна суміш, $\rho=0.560$ [g/cm ³], $\lambda_r(\lambda_c)=0.1$ [W/m·°C] ² , $C_p=1130$ [J/kg·K]						
Коефіцієнт перерізу профілю, A_m/V , [m ⁻¹]	Метод розрахунку	Клас вогнестійкості				
		R60	R90	R120	R150	R180
345–140	Eurocode 3	12-18	18-24	24-32	30-37	36-44
	Формула 3	12-16	18-22	24-29	30-35	34-41
¹ Контурний захист 						
² Згідно з рівняннями 1, 3, теплопровідність вогнезахисної системи залежить від температури. При розрахунку враховувалися дані, отримані під час випробувань згідно з ДСТУ Б В1.1.-17:2007						

Для забезпечення класу вогнестійкості R120 в подальшому необхідно збільшити товщину геоцементно-перлітової теплоізоляційної суміші до 30 мм, що дозволить підвищити вогнестійкість запропонованого вогнезахисного матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Basri M. S. M., Mustapha F., Mazlan N., and Ishak M. R. Rice-Husk-Ash-Based Geopolymer Coating: Fire-Retardant, Optimize Composition, Microstructural, Thermal and Element Characteristics Analysis, *Polymers (Basel)*. 13(21). 2021. P. 3747.
2. Sukhanevich M., Guzii S. The effect of technological factors on properties of alkali aluminosilicate systems used for preparation of fireproof coatings. *Refractories and Industrial Ceramics*. 45. 2004. P. 217–219.
3. Sotiriadis K., Guzii S., et al., Thermal Behavior of an Intumescent Alkaline Aluminosilicate Composite Material for Fire Protection of Structural Elements. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 31(6). 2019. P. 04019058.
4. Petranek V., Guzii S., Sotiriadis K., Nevriova L. Study on the Properties of Geocement Based Thermal Insulating Materials for High Temperature Technical Appliances. *Advanced Materials Research*. 734-737. 2013. P. 2356–2359.
5. Petránek V., Guzii S., Nevriova L., Zedulova D. Thermal Insulating Materials for Energy Storage Application. *Advanced Materials Research*. 911. 2014. P. 30–35.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОТОРНИХ КАВІТАТОРІВ ПРИ ОБРОБЦІ НАФТОВИХ СУМІШЕЙ

Лаврова І.О., к.т.н, доцент,

Копилов С.О., аспірант,

Владимиренко В.В., аспірант

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Останнім часом намітилась загальносвітова тенденція до поглиблення ступеню переробки нафти і нафтових дистилатів з одного боку, а з другого – підвищення в загальному балансі сировини нафтопереробних заводів нафти з невисоким вмістом легких фракцій, високою зольністю, а також з високим вмістом сірчаних сполук. Тому однією з актуальних науково-технічних задач сучасної нафтопереробки є інтенсифікація технології і апаратурного оформлення процесів в умовах зниження якості сировини для отримання нафтопродуктів, що відповідають сертифікатам якості [1].

Основні масообмінні процеси нафтопереробки традиційно інтенсифікуються за рахунок підвищення турбулізації взаємодіючих фаз як шляху до зростання кратності оновлення поверхні контакту, а значить, і збільшення різниці концентрацій і градієнту перенесення маси [2, 3]. З аналізу теоретичних основ процесу та існуючої промислової практики можна зробити висновок, що можливості інтенсифікації досліджуваних процесів далеко не вичерпані, і використання кавітаційної обробки вуглеводневої сировини здатне здійснювати суттєвий інтенсифікуючий вплив.

Метою роботи є встановлення максимально ефективного режиму обробки нафтових сумішей та дистилатів в роторно-пульсаційному кавітаційному пристрої в межах стендового експерименту.

Оброблюване середовище – нафта Перещепинського родовища (Україна) із додаванням альтернативного пального та води. Розраховувалися апарати з діаметрами крильчаток від 0,1 до 0,35 м. Результати серії експериментальних досліджень, отримані на лабораторних стендах загалом збігаються з розрахунковими параметрами, розбіжність не перевищує 8 %.

У науково-технічних джерелах режим роботи обертових пристроїв, як правило, характеризують критерієм потужності (модифікований критерій Ейлера), який є залежним від критеріїв Рейнольдса і Фруда [4].

Узагальнене критеріальне рівняння для визначення критерію потужності такої конструкції кавітаційної установки прийме вигляд:

$$Eu = C \cdot Re_y^m$$

де: Eu – модифікований критерій Ейлера;

Re_y^m – модифікований критерій Рейнольдса;

C – коефіцієнт пропорційності;

m – показник ступеню, залежний від критерію Рейнольдса і типу апарату.

За експериментальними даними і по результатах розрахунків отримано графічну залежність критерію потужності від критерію Рейнольдса для модельного стенду (рис. 1).

На рис. 1 чітко простежуються кілька режимів протікання оброблюваної суміші в залежності від величини Re_y . Так, при значеннях $Re_y < 0,4 \cdot 10^5$, спостерігається ламінарний режим, при $0,4 \cdot 10^5 < Re_y < 2,5 \cdot 10^5$ – турбулентний режим; при $2,5 \cdot 10^5 < Re_y < 7 \cdot 10^5$ – кавітаційний режим обробки.

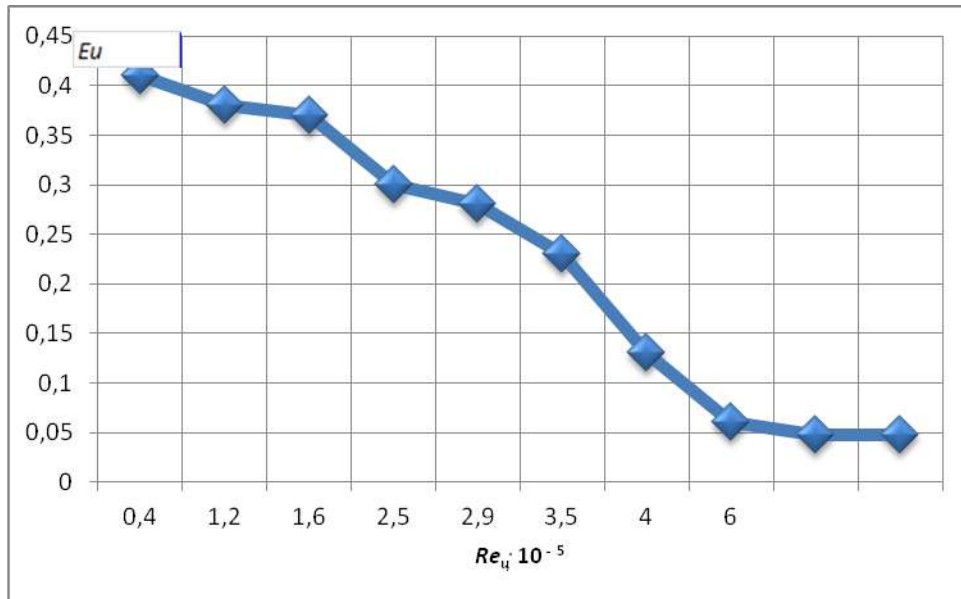


Рис. 1. Залежність критерію потужності від відцентрового критерію Рейнольдса для стендового кавітаційного пристрою.

Зростання критерію Рейнольдса (починаючи з $Re_{ц}=6 \cdot 10^5$) не веде до зростання ефективності, що може слугувати підставою для ствердження про те, що на цій ділянці досягається автотельний режим.

Таким чином, в результаті експерименту можна зробити висновок, що кавітаційна ділянка, що характеризується розвитком явищ, найбільш значуще впливаючих на потужність, лежить в межах:

$$2,5 \cdot 10^5 < Re_{ц} < 6 \cdot 10^5.$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Кравченко О. В., Божко О. Є., Коцкулич Я. В. та інш. Розробка технологій та технічних заходів для забезпечення надійності постачання вуглеводнів в Україні. Харків: Нове слово, 2010. 548 с.
2. Долинський А. А. Іваницький Г. К. Тепломасообмін та гідродинаміка в парорідинних дисперсних середовищах. Теплофізичні основи дискретно-імпульсного вводу енергії. Київ : «Наукова думка», 2008. 381 с.
3. Лаврова І. О., Аммар В. Саїд, Сорокотяга К. М., Владимиренко В. В. Апаратне оформлення процесу кавітаційної обробки нафтових фракцій та дистилатів. Інтегровані технології та енергозбереження. Харків: НТУ «ХПІ», 2015. № 2. С. 67–73.
4. Вітенько Т. М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах. Тернопіль. Вид. ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. 239 с.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ ОБЛІКУ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ ОРГАНАМИ ДСНС УКРАЇНИ

*Ліхачов О.В.¹,
Майборода Р.І.²,*

¹ГУ ДСНС України у Харківській області,

²Національний університет цивільного захисту України

Для вирішення питання якісного обліку суб'єктів господарювання органами ДСНС України, пропонується створити єдиний електронний реєстр суб'єктів господарювання (далі по тексту – Реєстр) [1, 2]. Реєстр буде містити відомості про найменування юридичної особи (П.І.Б. фізичної особи-підприємця), код ЄДРПОУ (ІПН), місце реєстрації юридичної особи (зареєстроване місце проживання фізичної особи-підприємця), місце фактичного здійснення діяльності суб'єкта господарювання або фізичної особи-підприємця.

Інформація до вказаного реєстру може братися з:

- відомостей податкової служби;
- відомостей з реєстру об'єктів нерухомого майна;
- від органів місцевого самоврядування та інших реєстраційних і дозвільних органів;
- контролюючих органів.

Через відсутність такого Реєстру, налагодженої взаємодії між службами і організаціями, а також відсутності нормативного урегулювання на законодавчому рівні, у професійній діяльності органів ДСНС України виникають труднощі з достовірним та об'єктивним обліком суб'єктів господарювання.

Перед створенням Реєстру необхідно провести аналіз наявних дозвільних, реєстраційних, контролюючих та інших подібних органів для того, щоб включити їх до переліку органів, які мають право використовувати його.

Наступним кроком слід встановити нормативне урегулювання за наступними питаннями:

- механізм функціонування, порядок доступу та використання Реєстру;
- порядок внесення та видалення інформації про суб'єктів господарювання та строки розміщення цих відомостей в Реєстрі.

Законодавчо необхідно зазначити додаткові вимоги щодо поданням суб'єктами господарювання Декларацій відповідності матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з питань пожежної безпеки, відповідно до статті 57 Кодексу цивільного захисту [3], (далі по тексту – Декларація). Для прикладу: при реєстрації через дозвільні органи нового суб'єкта господарювання, орган який видає дозвільні документи повинен мати право не видавати їх у разі відсутності зареєстрованої Декларації чи іншого дозвільного документу.

Вказаний приклад значно збільшить надходження нових Декларацій, однак не вирішить питання тих суб'єктів, які вже здійснюють свою господарську діяльність. Для таких суб'єктів господарювання, при надсиланні звітів до податкової служби, обов'язково надавати також зареєстровані Декларації або інші дозвільні документи передбачені законодавством.

Також у Реєстр можна інтегрувати можливість автоматичного віднесення суб'єктів господарювання до відповідного ступеню ризику, відповідно до Критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду

(контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 05.09.2018 року № 715 [4].

Можливість взаємодії Реєстру з інтегрованою автоматизованою системою державного нагляду (контролю) дозволить автоматично планувати перевірки з визначеною періодичністю відповідно до ступеню ризику а також з врахуванням результатів попередніх перевірок.

Основними перевагами наявності такого Реєстру є:

- наявний достовірний та якісний облік суб'єктів господарювання;
- виключення можливості допущення механічних помилок, які потім є підставами неможливості здійснення заходів державного нагляду (контролю);
- автоматичне визначення ступеню ризику і планування перевірок суб'єктів господарювання;
- заощаджування часу працівників органів ДСНС України та інших служб витраченого на виявлення нових суб'єктів господарювання, дозволить якісніше виконувати інші покладені на них завдання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ліхачов О. В., Майборода Р. І. Проблематика обліку суб'єктів господарювання органами ДСНС України: Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків. Матеріали круглого столу (вебінару). Харків: Національний університет цивільного захисту України, 23 лютого 2023. С. 46–47.

2. Майборода Р. І., Отрош Ю. А., Тригуб В. В. Проблемні питання під час здійснення заходів державного нагляду (контролю) за додержанням і виконанням вимог законодавства у сфері пожежної та техногенної безпеки: матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. м. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. С. 47–49.

3. Кодекс цивільного захисту в Україні (останні зміни № 2750-IX від 16.11.2022), URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 16.01.2023)

4. Критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 05.09.2018 року № 715.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

Луценко Т.О., к.держ.упр., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Стаття 3 Конституції України проголошує, що утвердження та забезпечення прав і свобод людини є основним обов'язком держави [2]. Із цього конституційного обов'язку держави випливає, що у державі, крім механізму створення умов для реалізації прав та свобод людини і громадянина, має існувати ще й механізм охорони та захисту від протиправних посягань. Важливим елементом такого механізму виступає юридична відповідальність, причому одним з основних її видів є адміністративна відповідальність [3, с. 73]. Слід відзначити, що дослідження адміністративної відповідальності неможливе без визначення обставин, які виключають адміністративну відповідальність.

У чинному Кодексі України про адміністративні правопорушення (далі – КУпАП) окремим аспектам адміністративної відповідальності присвячена Глава 2 «Адміністративне правопорушення і адміністративна відповідальність», де законодавцем визначено обставини, що виключають суспільну шкідливість і протиправність проступку, зокрема статтею 17 КУпАП встановлено, що не підлягає адміністративній відповідальності особа, яка діяла у стані крайньої необхідності, необхідної оборони або яка була у стані неосудності.

Не є адміністративним правопорушенням дія, яка хоч і передбачена цим Кодексом або іншими законами, що встановлюють відповідальність за адміністративні правопорушення, але вчинена в стані крайньої необхідності, тобто для усунення небезпеки, яка загрожує державному або громадському порядку, власності, правам і свободам громадян, установленому порядку управління, якщо ця небезпека за даних обставин не могла бути усунута іншими засобами і якщо заподіяна шкода є менш значною, ніж відвернена шкода (ст. 18 КУпАП) [2].

Сутність крайньої необхідності полягає насамперед у тому, що поведінка особи виявляється у намаганні відвернути більшу шкоду, що загрожує державному або громадському порядку, власності, правам і свободам громадян, установленому порядку управління, шляхом заподіяння іншим охоронюваним законом інтересам, цінностям, благам меншої шкоди. Спосіб збереження охоронюваного законом інтересу за рахунок іншого має бути саме крайнім, тобто, якщо для запобігання небезпеки, що загрожує, в особи є можливість не заподіювати шкоду, вона повинна обрати саме її, інакше посилення на стан крайньої необхідності виключається. Стан крайньої необхідності виникає, коли є дійсна, реальна, а не уявна загроза зазначеним інтересам. Особа вчинивши діяння у стані крайньої необхідності не лише звільняється від адміністративної відповідальності, а її дії взагалі не розглядаються як адміністративне правопорушення.

Не є адміністративним правопорушенням дія, яка хоч і передбачена цим Кодексом або іншими законами, що встановлюють відповідальність за адміністративні правопорушення, але вчинена в стані необхідної оборони, тобто при захисті державного або громадського порядку, власності, прав і свобод громадян, установленого порядку управління від протиправного посягання шляхом заподіяння посягаючому шкоди, якщо при цьому не було допущено перевищення меж необхідної оборони (ст. 19 КУпАП) [2].

Положення вищезазначеної статті є розвитком та конкретизацією конституційної норми, а саме частина 2 статті 27 Конституції України проголошує, що кожен має право захищати своє життя і здоров'я, життя і здоров'я інших людей від протиправних посягань. Таким чином, право на оборону – одне із фундаментальних прав людини.

Поведінка особи у стані необхідної оборони – це вчинення дій з ознаками адміністративного проступку при захисті від протиправного посягання шляхом заподіяння посягаючому шкоди, якщо при цьому не було допущено перевищення меж необхідної оборони, а перевищенням меж необхідної оборони закон визнає явну невідповідність захисту характерові і суспільній шкідливості посягання. Щоб установити наявність або відсутність ознак перевищення меж необхідної оборони, слід враховувати не лише відповідність чи невідповідність знярядь захисту і нападу, а й характер небезпеки, що загрожувала особі, яка захищалася, та обставини, що могли вплинути на реальне співвідношення сил, зокрема: місце і час нападу, його раптовість, неготовність до його відбиття, кількість нападників і тих, хто захищався, їхні фізичні дані (вік, стать, стан здоров'я) та інші обставини [3].

Не підлягає адміністративній відповідальності особа, яка під час вчинення протиправної дії чи бездіяльності була в стані неосудності, тобто не могла усвідомлювати свої дії або керувати ними внаслідок хронічної душевної хвороби, тимчасового розладу душевної діяльності, слабоумства чи іншого хворобливого стану (ст. 20 КУпАП) [2].

В юридичній літературі виділяють два критерії неосудності це медичний (біологічний) та юридичний. Юридичний критерій включає в себе інтелектуальну і вольову ознаки. Інтелектуальна ознака вказує на розлад свідомості, що виразилося в нездатності особи усвідомлювати фактичний характер і суспільну небезпеку дії (бездіяльності), вольова ознака – на розлад волі, що виразилося в нездатності особи керувати своїми діями. Медичний критерій орієнтує на різні форми психічних розладів діяльності. Він містить чотири ознаки: хронічне психічне захворювання – група хвороб, що носять тривалий характер, важко піддаються лікуванню, протікають безперервно та мають тенденцію до прогресування; тимчасовий розлад психічної діяльності – психічні захворювання, які швидко розвиваються, продовжуються незначний час, закінчуються повним одужанням; недоумство – різного роду зниження або повний занепад психічної діяльності, пов'язані з ураженням інтелектуальних здібностей людини (три ступеня недоумства: легка – дебільність, середня – імбецильність, важка – ідіотія); інший хворобливий стан психіки – хворобливі явища, які не є психічним розладом, а також супроводжуються порушеннями психіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР.
2. Кодекс України про адміністративні правопорушення від 07.12.1984 № 8073-Х.
3. Про судову практику у справах про необхідну оборону: постанова Пленуму Верховного Суду України N 1 від 26.04.2002.
4. Дембіцька С. Л. Теоретико-правова характеристика інституту адміністративної відповідальності. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія «Юриспруденція». 2015. № 18. Том 1. С. 73–76.

ІМОВІРНІСНИЙ РОЗРАХУНОК СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗЕРНОСХОВИЩ НА СЕЙСМОСТІЙКІСТЬ

*Махінько Н.О., д.т.н., доцент
Національний авіаційний університет*

Землетруси, без сумніву, відносяться до одних з найбільш небезпечних джерел природної небезпеки. Більша частина поверхні Землі є сейсмічно активною. Не є винятком і територія України, в межах якої розрахункова інтенсивність змінюється від 5 до 10 балів [1]. Сейсмічні поштовхи створюють потік випадкових подій з макросейсмічними параметрами: інтенсивністю, максимальним прискоренням, тривалістю та ін., які мають випадковий характер. Певна річ конструкції будівель і споруд, окрім загального спектру вимог, мають бути спроектовані та виготовлені таким чином, щоб витримувати розрахунковий сейсмічний вплив зберігаючи свою структурну цілісність та залишкову несучу здатність. Дане дослідження стосується імовірного аналізу сталевих зерносховищ на опорах на сейсмічність (рис. 1). Основним ефектом сейсмічного впливу на такий вид споруд є напруження, що виникають в сінці корпусу, через реакцію вмісту бункера. Особлива увага приділялася створенню скінчено-елементної моделі, яка використовується для визначення наслідків сейсмічного впливу. Така модель повинна точно відтворювати жорсткість, масу і геометричні особливості огорожувальних конструкцій, враховувати реакцію сипучого матеріалу та наслідки взаємодії з ґрунтом основи.

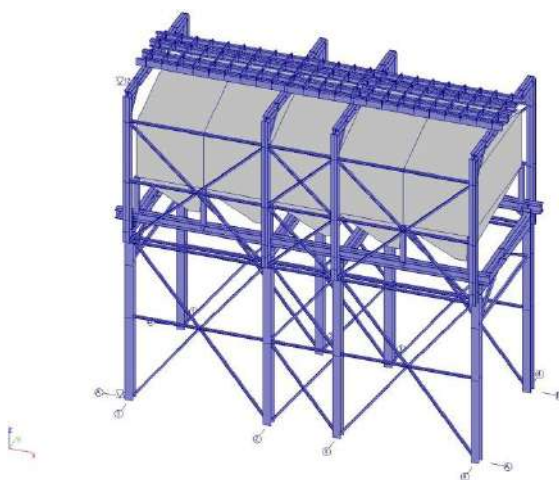


Рис. 1. Загальний вигляд сталевих бункерів на опорах.

Аналіз проводився з урахуванням пружної поведінки корпусу зерносховища та його несучої конструкції. При цьому застосовувалася експоненціальна модель сейсмічності, яка дозволяє врахувати частотно-часову структуру геотектонічних збуджень, фактичні закони розподілу силових впливів в споруді і придатна для розрахунку надійності [2, 3]

$$P_U(T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{Z_{0,j}}^{\infty} \exp \left[-\sum_{j=1}^m \left[\lambda_j T_{ef} f_{nS} [E_j(Z)] / f_{nS}(\gamma_{0,j}) \right] \right] \exp(-0.5Z^2) dZ, \quad (1)$$

де $f_{nS}(\bullet)$ і $\gamma_{0,j}$ – відповідно нормовані щільність розподілу і характеристичний максимум стохастичного процесу сейсмічного впливу $\tilde{S}_j(t)$; $V_R, V_{S,j}$ – коефіцієнти варіації несучої здатності $f_{nS}(\bullet)$; $p_j = \hat{R} / \hat{S}_j$ – відношення стандартів; $Z_{0,j} = \gamma_{0,j} p_j^{-1} + p_j^{-1} V_{S,j}^{-1} - V_R^{-1}$; $E_j = Z p_j + p_j V_R^{-1} - V_{S,j}^{-1}$.

Для ілюстрації розрахунку був розглянутий частковий випадок, відповідно до якого прискорення основи $\tilde{a}(t)$ є відрізком реалізації стаціонарного нормального стохастичного процесом з нульовим математичним очікуванням та стандартом \hat{a} . Реакція бункеру та його несучої конструкції на сейсмічне навантаження виразиться у вигляді диференціального рівняння, яке визначає ймовірність того, що несуча здатність конструкції знаходиться вище рівня характеристичного максимуму процесу стохастичної сили

$$P_U(T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{1/V_R}^{\infty} \exp \left[\lambda T_{ef} \exp \left\{ 0.5 \left[\gamma_0^2 - E^2(Z) \right] \right\} \right] \exp(-0.5Z^2) dZ. \quad (2)$$

Ймовірнісні коливання бункера на опорах показано на рис. 2.

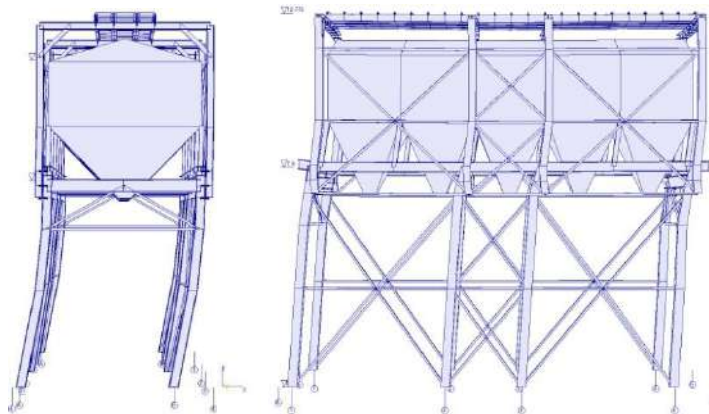


Рис. 2. Стохастичні коливання бункеру на опорах.

Зазначений підхід до оцінки функції надійності надземних зерносховищ, що піддаються сейсмічним впливам, не пов'язаний з серйозними математичними та обчислювальними труднощами і, таким чином, може бути безпосередньо використаний на практиці. Методика може бути використана не тільки для прямого ймовірнісного аналізу бункерів визначеної форми на сейсмостійкість, але і для створення нормативних розрахунків.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б EN 1990:2008. Єврокод. Основи проектування конструкцій. К.: Мінрегіон, 2009. 105 с.
2. Махінько А., Махінько Н. Сталеві ємності для зберігання зерна. К.: Сталь, 2021. 356 с.
3. Махінько А. В. Ймовірнісний розрахунок баштових опор зв'язку. Полтава: ПолтНТУ, 2012. 410 с.

ДЕФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ СПЛАВІВ В УМОВАХ ГЛИБОКОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

*Медвідь І.І.¹, к.т.н., доцент,
Отрош Ю.А.², д.т.н., професор,
Skatkov L.³, PhD in Technical Sciences*

¹Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,

²Національний університет цивільного захисту України,

³Ben Gurion University of Negev (Israel)

При проектуванні конструкцій, що працюють в умовах криогенних температур, необхідно враховувати резерви міцності, пов'язані з низькотемпературним зміцненням матеріалів. При цьому особливості протікання пластичної деформації при 4,2 К можуть вирішальний вплив на вибір схеми використання низькотемпературного зміцнення. В інтервалі температур 293...77 К криві деформування сплавів мають монотонний характер, за винятком ряду алюмінієвих сплавів при температурі 293 К, і макропластичні деформації рівномірно розподілені по робочій частині зразка. При температурі 4,2 К накопичення пластичної деформації відбувається шляхом уривчастого перебігу матеріалу в локальних зонах.

У цій роботі розглянуті результати детального експериментального дослідження впливу швидкості деформування на переривчасте протягом матеріалу, характеристики міцності та пластичності у зв'язку зі зміною температури робочої частини зразка в результаті саморозігріву. Зроблено спробу встановити залежність зміни температури від швидкості деформування з метою з'ясування ступеня впливу розігріву на пластичну нестабільність матеріалів у разі глибокого охолодження.

Випробування проводили на машині FP100/1 в умовах жорсткого статичного активного навантаження циліндричних зразків з хромонікелевої сталі 12X18H10T і алюмінієвого сплаву АМг6 діаметром $d_0=4$ мм і довжиною робочої частини $l_0=30$ мм при температурах 293 К (на повітрі) рідкого азоту) та 4,2 К (в середовищі рідкого гелію). Спеціальна низькотемпературна приставка дозволила підтримувати необхідний рівень рідкого гелію в криостаті в ході всього експерименту (зразок знаходився в рідині), що контролюється напівпровідниковим рівнеміром. Температуру зразка фіксували за допомогою термоперетворювача ТСАД2-1а. Вміщений у фторопластову капсулу датчик термоперетворювача встановлювали на поверхні в центрі робочого місця зразка. Капсула забезпечувала його надійну ізоляцію від навколишнього середовища для виключення температурного впливу останньої. Термоперетворювач даного типу в інтервалі температур 77...4,2 К має малу інерційність ($1 \cdot 10^{-2}$ с/К). Точність вимірювання температури становить $\pm 0,05$ К. Синхронно з діаграмою деформування записували зміну температури робочої ділянки зразка, що відбувається в моменти переривчастого перебігу матеріалу та при високих швидкостях деформування.

На рис. 1, 2 наведені діаграми деформування зразків з хромонікелевої сталі 12X18H10T серед рідкого гелію, поєднані з графіками зміни температури робочої частини зразка. При температурах 293 і 77 К діаграми розтягування зразків з цієї сталі гладкі: ніяких істотних аномалій у характері деформування не виявлено, переривчасте протягом не відбувається. Тому далі розглянемо результати випробувань лише за температури 4,2 К.

При деформуванні зразка зі швидкістю $0,28 \cdot 10^{-3} \text{с}^{-1}$ (рис.2) пластична деформація накопичується тільки шляхом переривчастого перебігу матеріалу. Число стрибків напруги збільшується до 60. Характер зміни температури робочої частини зразка переривчастий. Після стрибкоподібного зниження напруги вона спочатку підвищується

до максимуму, а потім, як правило, знижується до 4,2 К. Величина стрибків температури зі збільшенням напруг зростає і досягає максимуму (20 К) в момент розриву.

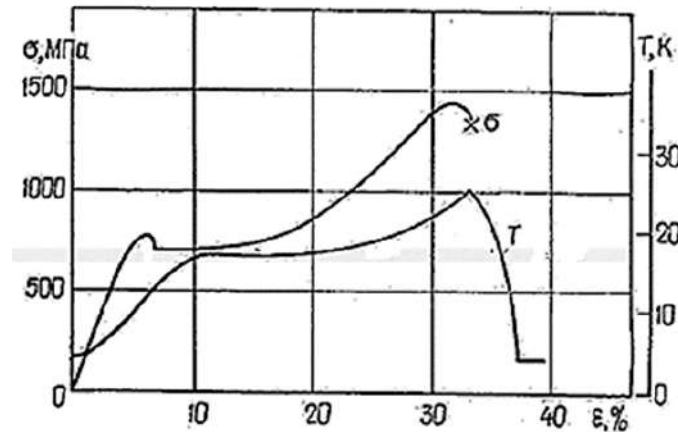


Рис. 1. Діаграма розтягування та зміни температури робочої частини зразка із сталі 12X18H10T при швидкості деформування $0,28 \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$.

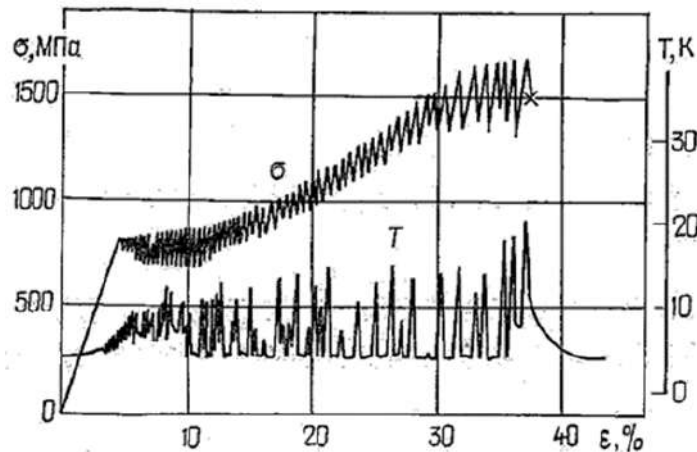


Рис. 2. Діаграма розтягування та зміни температури робочої частини зразка із сталі 12X18H10T при швидкості деформування $0,28 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

На рис. 3, 4 наведені діаграми деформування зразків зі сплаву АМгб та зміни температури їхньої робочої частини. Рівень діючих напруг для цього сплаву в порівнянні з таким для сталі 12X18H10T приблизно втричі нижчий, проте якісно зміна характеристик переривчастої течії зі збільшенням швидкості деформування від $0,28 \cdot 10^{-2}$ до $0,28 \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ аналогічно описаному вище: зі зростанням швидкості деформування число стрибків напруги та його амплітуда зменшуються, напруги початку переривчастої деформації збільшуються, рівень температури робочої частини зразка зростає і за швидкості деформування $0,28 \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ сягає 13 К.

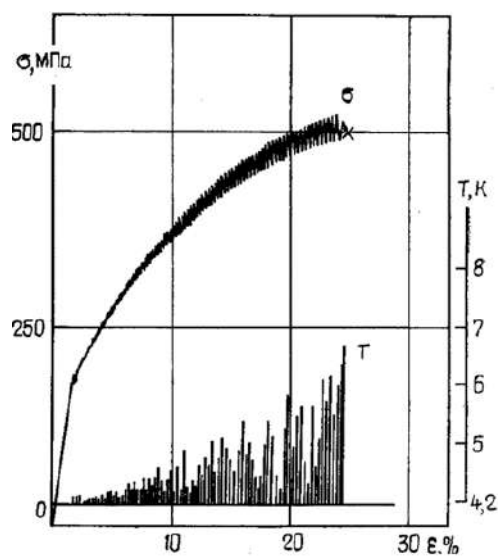


Рис. 3. Діаграми розтягування та зміни температури робочої частини зразка зі сплаву АМг6 при швидкості деформування $0,28 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$.

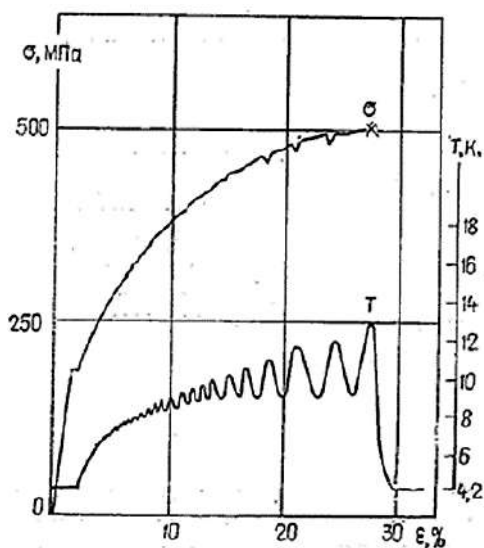


Рис. 4. Діаграми розтягування та зміни температури робочої частини зразка зі сплаву АМг6 при швидкості деформування $0,28 \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1}$.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Медвідь І.І., к.т.н., доцент

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Будівельні конструкції дуже різноманітні за своїми формами, розмірами, умовами навантаження і т.д. Їх довговічність залежить від багатьох факторів, у тому числі, від того, наскільки точно розрахункова схема відображає реальні умови її експлуатації. Тому, що б точні і складні методи розрахунку не використовувалися, якщо розраховується неправильна розрахункова схема, то результати таких розрахунків не відобразатимуть справжню картину. Тому завдання оптимізації розрахункових схем має величезне наукове та практичне значення. Параметри оптимізації залежить від конкретних умов. Один з існуючих підходів пошуку оптимальних рішень заснований на математичному моделюванні, коли модель є аналітичною залежністю цільової функції від залежних (керованих) змінних, чисельні значення та діапазон зміни яких встановлюється виходячи з реальних умов експлуатації даної конструкції. Складання таких моделей та виконання відповідних розрахунків потребує глибокого розуміння сутності явища та знання математичного апарату. З існуючих методів найбільш поширеним і розробленим є лінійне програмування, коли модель є лінійною функцією і змінні в системі обмежень також лінійні. Ідея методу технічно реалізована в надбудові «Пошук рішення» для Microsoft Excel. З її допомогою можна знайти оптимальне (максимум або мінімум) чисельне значення цільової функції, що міститься в одному осередку, з урахуванням обмежень на значення залежних змінних інших осередках. Найчастіше надбудова ця надбудова використовується під час вирішення оптимізаційних завдань економіки (симплексний метод, транспортне завдання тощо). У відкритому доступі обмаль результатів використання такого підходу при розрахунках будівельних конструкцій на початковому етапі проектування. У запропонованій роботі зроблена спроба використання цієї надбудови в задачі оптимізації геометричних розмірів конструкції, коли як критерій оптимізації обрано чисельне значення згинального моменту в конкретному перерізі. Таке завдання доречно вирішувати на етапі упорядкування розрахункової схеми конструкції.

Мета роботи: показати можливість та доцільність використання методів математичного програмування на етапі вибору оптимальних геометричних параметрів розрахункових схем будівельних конструкцій

На основі проведених досліджень покажемо як можна оптимізувати основні геометричні параметри розрахункової схеми. Як керовані змінні візьмемо, наприклад, лінійні розміри конструкції a , b , c .

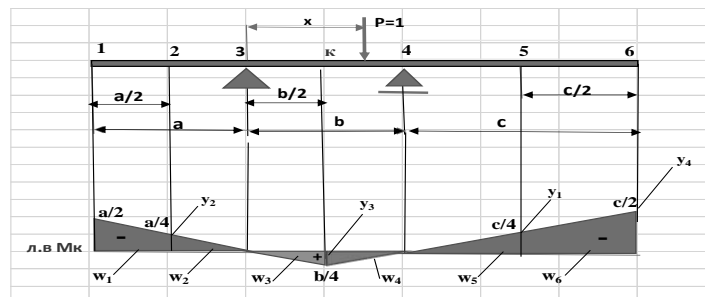


Рис. 1. Розрахункова схема та лінія впливу згинального моменту.

Із запропонованих варіантів навантаження виберемо той, який відповідає найменшому згинальному моменту в перерізі «к». Схема навантаження цього випадку представлена на рис. 2.

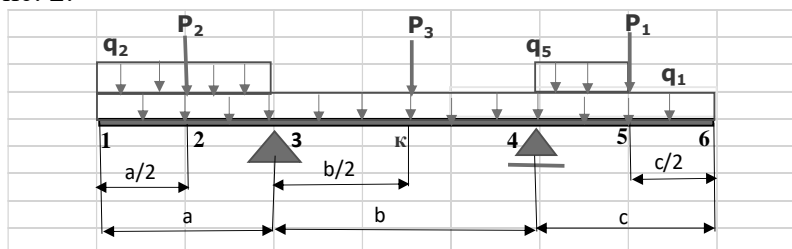


Рис. 2. Розрахункова схема балки.

Тепер, використовуючи «Пошук рішень», визначимо чисельні значення параметрів a , b , c , при яких згинальний момент у перерізі «к» набуває екстремальних значень.

Цільова функція матиме вигляд:

$$M_k = q_1(w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6) + q_2(w_1 + w_2) + q_5 w_5 + P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3$$

Тепер введемо обмеження на керовані змінні a , b , c :

$$\begin{cases} a + b + c = 7 \\ 2 \leq b \leq 3 \\ a \geq 1 \\ c \geq a \end{cases}$$

У цьому випадку таблиця параметрів пошуку рішень для знаходження максимального згинального моменту матиме вигляд (рис.3).

Значення цільової функції відповідає величині максимального згинального моменту в перерізі «к» $M_k = -16,25 \text{ кНм}$, $a = 2 \text{ м}$, $b = 3 \text{ м}$, $c = 2 \text{ м}$ (рис.4). Оскільки значення негативне, то будуть розтягнутими верхні волокна поперечного перерізу.

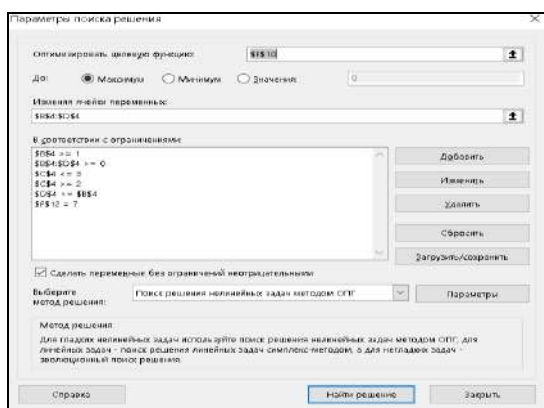


Рис. 3. Параметри пошуку рішень.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4			a	b	c						
5		q ₁	2	3	2						
6		w ₁	30	20	0	0	30	100	50	150	0
7		w ₂	-0.875	-1	0.5625	0.5625	-0.25	-0.5	-0.5	0.75	1
8											
9											
10											
11											
12											
13											

Рис. 4. Чисельні значення керованих змінних та цільової функції.

Таким чином у цій статті показано можливість та доцільність використання методів математичного програмування та надбудови «Пошук рішень» на етапі вибору оптимальних геометричних параметрів розрахункових схем будівельних конструкцій. Після того, як розрахункова схема конструкції оптимізована, для її подальшого розрахунку можуть бути використані інші технічні засоби розрахунку.

ЩОДО АНАЛІЗУ ТА УПОРЯДКУВАННЯ ТЕРМІНОЛОГІЇ У СФЕРІ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ СЕКТОРУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Михайлова А. В., к.т.н., с.д.,

Слюсар А.А.,

Коробкін В. Ф., к.т.н., доцент

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

З урахуванням євроатлантичної інтеграції України нині відбувається динамічний процес розвитку національного законодавства в усіх сферах. Необхідно вирішити ряд проблемних питань з метою імплементації кращих практик Європейського Союзу та Північноатлантичного альянсу, у тому числі у безпековій сфері. Для цього в державі здійснюється перехід до процедури планування на основі спроможностей, що застосовується в ЄС та НАТО.

На сьогодні законодавчо визначено роль і місце сил цивільного захисту у забезпеченні національної безпеки України та завдання щодо проведення огляду сектору безпеки і оборони (зокрема сектору цивільного захисту) [1–3]. Водночас, за результатами вивчення та аналізування [1–9], автори дійшли висновку про відсутність в Україні відповідного понятійного апарату, що своєю чергою ускладнює процедуру організації й проведення огляду громадської безпеки та цивільного захисту.

З метою упорядкування термінології у сфері визначення та оцінювання спроможностей сектору цивільного захисту в Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту проведено наукові дослідження, в результаті яких розроблено проєкт ДСТУ *Безпека у надзвичайних ситуаціях. Оцінювання спроможностей цивільного захисту та їх носіїв. Терміни та визначення*. Цей стандарт призначений для застосування складниками ЄДСЦЗ, її функціональними і територіальними підсистемами та їх ланками, органами керування і силами цивільного захисту, а також підприємствами, установами та організаціями усіх форм власності, які беруть участь у реалізації державної політики у сфері цивільного захисту.

Проєкт ДСТУ складається з таких розділів: сфера застосування (наведено відомості про сферу застосування стандарту); нормативні посилання (наведено перелік нормативних документів, на які у тексті стандарту є посилання); терміни та визначення (наведено терміни, визначення і поняття. Цей розділ складається з ряду підрозділів: загальні положення, огляд цивільного захисту та оцінювання спроможностей, базові компоненти (складові) й функціональні групи спроможностей, загальна організація огляду спроможностей єдиної державної системи цивільного захисту, підготовка та проведення огляду спроможностей цивільного захисту, результати огляду спроможностей); умовні позначки та скорочення. Також до складу проєкту ДСТУ включено три додатки, а саме: абетковий покажчик українських та англійських термінів; бібліографія.

Нині зазначений вище нормативний документ перебуває на етапі експертування та погодження у ДП «УкрНДНЦ».

Застосування цього стандарту дасть можливість: забезпечити уніфікованість описування об'єктів та термінологічну сумісність у процесі гармонізування національних стандартів у сфері цивільного захисту, стандартів Збройних Сил України, інших складників сектору безпеки та оборони, стандартів ЄС та НАТО; виявляти та усувати вади термінології, що вживається в документації у сфері цивільного захисту; підвищити рівень загальної та фахової освіти в Україні з питань цивільного захисту.

Таким чином, з метою переходу до процедури планування на основі спроможностей, що своєю чергою сприятиме інтеграції України до ЄС та НАТО, автори унормували та запропонували однозначно зрозумілі, несуперечливі терміни та визначення понять у сфері оцінювання спроможностей цивільного захисту для застосування під час проведення огляду цивільного захисту, які викладено у відповідному проєкті національного стандарту. Застосування ДСТУ у практичній діяльності забезпечить належний рівень проведення оглядів цивільного захисту на основі аналізу спроможностей функціональних та територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту, сил цивільного захисту щодо ефективності та оперативності реагування на ймовірні надзвичайні ситуації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про національну безпеку України: Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/2469-19>
2. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16.05.2019 «Про організацію планування в секторі безпеки і оборони України»: Указ Президента України від 16.05.2019 № 225/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/225/2019>
3. Про затвердження Порядку проведення огляду громадської безпеки та цивільного захисту Міністерством внутрішніх справ: Постанова КМ України від 22.05.2019 № 507. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/507-2019-%D0%BF#Text>
4. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/5403-17>
5. Про організацію планування в секторі безпеки і оборони України: Указ Президента України від 16.05.2019 № 225. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/2252019-26835>
6. Про організацію оборонного планування в Міністерстві оборони України і Збройних Силах України у 2018 році на 2019 - 2021 роки: Наказ Міністерства оборони України від 19.12.2017 № 670. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: https://ips.ligazakon.net/document/view/MUS_29792?an=1
7. Горбулін В. П., Качинський А. Б. Стратегічне планування: вирішення проблем національної безпеки: монографія. К.: НІСД, 2010. 288 с.
8. Руснак І. С., Денежкін М. М., Крикун П. М. Проблеми проведення комплексного огляду сектора безпеки та оборони України: погляди на його організацію та вирішення завдань. Наука і оборона, 2014. № 4. С. 3–10.
9. Сурков О.О. та ін. Аналіз, упорядкування та вдосконалення термінології щодо будівництва та розвитку Збройних Сил України. Збірник наукових праць Центру стратегічних досліджень НУОУ. 2019. №1(65). 2019. С. 41–45.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СЕЙСМОЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ

Назаревич Л.Є.¹, к.г.н., н.с.,

Назаревич А.В.², к.ф.-м.н., с.н.с.

¹Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України,

²Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України

Руйнівні землетруси на Землі є одними з найнебезпечніших явищ в системі природних катастроф за людськими, економічними, екологічними та іншими наслідками. В останні роки відбувалося немало катастрофічних землетрусів (зокрема, нещодавня серія катастрофічних землетрусів у Туреччині, 2023 р.), які спричиняли руйнування будівель, людські жертви, зміни ландшафту, екологічні загрози для біорізноманіття і природи в цілому. Тому прогнозування землетрусів стоїть дуже гостро перед наукою, але на сьогоднішній день його не вирішено в повному об'ємі, зокрема, щодо часу виникнення (короткостроковий детермінований прогноз). Роботи в цьому напрямку ведуться у світі і в Україні, зафіксовані численні провісники землетрусів у вигляді форшоків, деформацій земної поверхні, зміни параметрів геофізичних полів, складу і режиму підземних вод, поведінки тварин. Щодо довгострокового прогнозу, то на сьогодні в Україні створено карти загального сейсмічного районування, які поділяють територію країни на ряд зон з ймовірністю виникнення землетрусів різної сили у різні часові інтервали (від 100 до 1000 років) [1].

Для вивчення місцевої сейсмічності та оцінки сейсмоекологічних ризиків у світі і в Україні вже впродовж багатьох років використовуються геоінформаційні технології. Вони використовуються як для побудови сейсмологічних спостережних мереж, так і для обробки отримуваних даних і побудови карт сейсмічності та карт просторового розподілу різних параметрів сейсмічних ризиків. На території України відбуваються землетруси різної сили як природного походження так і викликані людською діяльністю (індуковані – викликані розробкою корисних копалин, впливом водосховищ, антропогенних чинників тощо) [2, 3]. Для сейсмічного моніторингу території заходу України була створена Карпатська сейсмологічна мережа, яка нараховує 22 режимні сейсмічні станції, на них проводяться сейсмологічні, деформографічні, геоакустичні, нахиломірні, геотермічні, геомагнітні, геоелектричні і метеоспостереження. Багаторічні спостереження за сейсмічним режимом території заходу України показали, що територія ранжується на певні сейсмоактивні зони, які контролюються регіональним тектонічним процесом, а вогнища землетрусів локалізовані в певних тектоно-геологічних структурах, мають свої характерні особливості [2–5].

Велике значення для короткострокового детермінованого прогнозу землетрусів має вивчення змін напружено-деформованого стану (НДС) геологічного середовища. Для цього досліджуються швидкі і повільні часово-просторові зміни параметрів геофізичних полів в конкретних вогнищевих зонах, зокрема, деформаційних (у т.ч. нахилів земної поверхні), геоакустичних, де в основі впливу змін НДС гірських порід на швидкості поширення в них пружних хвиль лежить мікротріщинний фізичний механізм. Такі дослідження проводились у Закарпатті [6]. Тут були зареєстровані варіації геоакустичних параметрів (часові зміни фази/швидкості зондувального ультразвуку в породах) у періоди активізації сейсмотектонічного процесу в Закарпатті, виявили геоакустичні аномалії – провісники місцевих землетрусів [6]. Аналіз цих даних показав важливі закономірності часового ходу та спектрально-часової структури цих аномалій, які тісно пов'язані з активізацією сейсмічних процесів. На варіаціях геоакустичних

аномалій, як і на деформаційних, чітко відображені різні фази підготовки даних землетрусів, а це дає змогу прогнозувати (в часовому інтервалі від 3-х – 5-ти днів до 3-х – 7-ми тижнів) майбутній землетрус у зоні, яка за даними сейсмічного моніторингу є активною в часовому вікні досліджень. Силу землетрусу можна передбачити за сейсмічним потенціалом геологічної структури, її розчленованості розломами тощо, і величиною зареєстрованих аномалій. Подібні аномалії – провісники землетрусів зафіксовані і в даних деформографічних, геоакустичних, нахиломірних, геотермічних, геомагнітних, геоелектричних спостережень [6], які з використанням алгоритмів штучного інтелекту дадуть можливість детермінованого прогнозування землетрусів в інтервалі від тижнів до кількох днів. А це забезпечить можливість для попереджувального реагування і прийняття відповідних рішень заради уникнення жертв і екологічних ризиків.

Подібного роду спостереження за змінами НДС геологічного середовища проводяться в зонах водосховищ, шахтних полів, у зонах видобування газу/нафти в багатьох країнах світу для мінімізації екологічних ризиків від індукованих та техногенних сейсмічних подій. Для України такі дослідження є актуальними через наявність тут магістральних нафто- і газопроводів, залізниць, зон гірничих виробок, АЕС, водосховищ ГЕС і ГАЕС, небезпечних хімічних об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. Мінрегіонбуд України, Укрархбудінформ. 2014. 110 с.
2. Назаревич Л. Є., Назаревич А. В. Сейсмічна активність району Дністровського гідровузла і сейсмічна безпека. Мальований М. С., Степова О. В. (Ред.). Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій. Полтава – Львів. 2022. С. 394–415. Book doi: 10.23939/monograph2022
3. Назаревич Л. Є., Назаревич А. В. Сейсмічна безпека територій в умовах видобутку корисних копалин як фактор екологічного ризику (на прикладі Українського Передкарпаття). Мальований М. С. (Ред.). Сталій розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. Львів. 2022. С. 97–124. Book doi: 10.23939/book.ecocongress.2020
4. Kováčiková S., Logvinov I., Nazarevych A., Nazarevych L., Pek J., Tarasov V., Kalenda P. Seismic activity and deep conductivity structure of the Eastern Carpathians. *Stud. Geophys. Geod.* 2016. 60. P. 1–17. DOI: 10.1007/s11200-014-0942-y
5. Назаревич Л. Є., Назаревич А. В. Наведена сейсмічність і сейсмотектоніка Надвірнянського нафтогазового району (Українське Передкарпаття). 15th EAGE International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects “Geoinformatics-2016”. 2016. DOI: 10.3997/2214-4609.201600490
6. Назаревич А. В. Геофізичні провісники деяких відчутних закарпатських землетрусів як відображення процесів формування вогнищевих зон. Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. 2010. С. 274–285.

ВИКОРИСТАННЯ АРОЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Налисько М.М., д.т.н., доцент,

Купнєвич Л.В.,

Гваджаїа Бежан Д., к.т.н.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Проектування та будівництво захисних споруд швидкого зведення потребує, поряд з обґрунтуванням міцності конструкції, вишукування конструктивних форм які задовольняють критеріям технологічності у виготовленні, транспортуванні, найменшої трудомісткості монтажу, зменшення вагових показників, можливість модульної компоновки та ін. Наприклад, при економічному обґрунтуванні найбільша дилема виникає при порівнянні арочних конструкцій із балочними і фермовими. Нові композитні та комбіновані матеріали, які набули широкого застосування у останні десятиліття, дають великі можливості значно покращити показники ефективності виготовлення та застосування таких споруд. Для обґрунтування найвигідніших конструктивних форм доцільно аналізувати наявний обширний досвід використання захисних споруд у цивільній та польовій фортифікації (рис. 1, 2).



Рис. 1. Зліва та посередині у британських ЗС ЦЗ у ДСВ, аркова конструкція для військових пунктів управління.

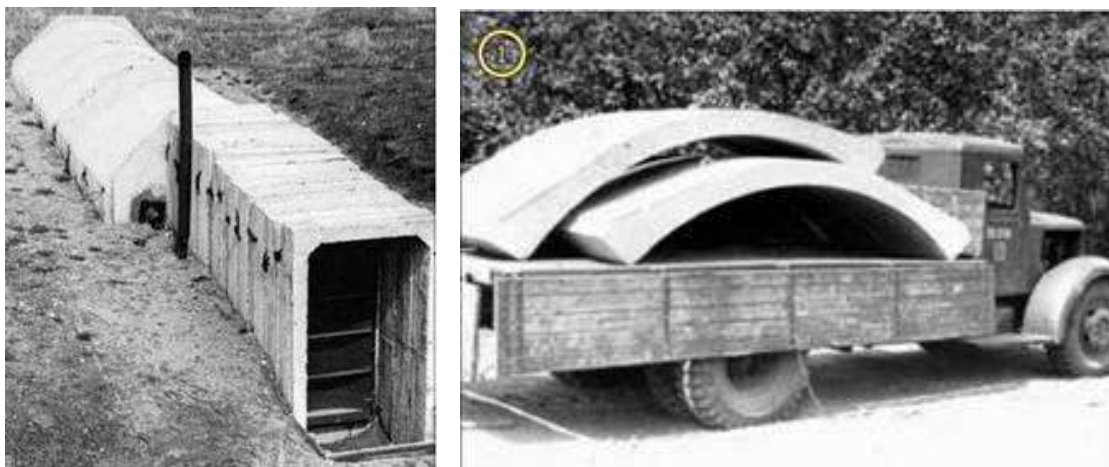


Рис. 2. Споруда СБУ, яку можна було виготовити силами інженерних підрозділів, у напівзаглибленому положенні. Справа – її елемент АБ-1.

Каркасна схема вважається раціональною за зручністю, бо в ній найпростіше розміщувати інженерно-технічне обладнання.

У царинах військової та цивільної фортифікації, арки – популярна і перспективна конструктивна схема, яка при проектуванні сховищ та укриттів різного призначення, конкурує з різними конструктивними схемами, кожна з яких має свої переваги та сферу оптимального використання.

Всі ж переваги аркових споруд витікають із того, що суцільні стіни виконують, одночасно, несучу і огорожувальну функції. До того ж, арки взаємодіють із навантаженнями всією своєю поверхнею – тому, по затратам матеріалу, вони виявляються значно вигідніші, ніж балочні та рамні конструкції (системи). До того ж, вони простіші у виготовленні і монтажі.

Велика кількість прикладів аркових конструкцій у польових (військових), довготривалих, спеціальних фортифікаційних спорудах говорить про їх великий потенціал у цій царині. Використання ж новітніх будівельних матеріалів та технологій дозволяє реалізувати цей потенціал.

Наприклад, використання аркових безкаркасних складчатих конструкцій дозволяє виготовляти фортифікаційні споруди, з якими складно конкурувати іншим конструкціям, в плані технологічності виготовлення і монтажу, відношення ваги і прольоту\простору, що перекривається. Переднапруга таких конструкцій дозволяє зробити ці конструкції значно стійкішими до динамічних навантажень.

Напрацювання у технологіях складчатих залізобетонних перекриттів дозволить виготовляти ЗС ЦЗ з оптимальним співвідношенням ваги до спротиву динамічним навантаженням. Поєднання ж переднапругою дозволяє зробити це співвідношення мінімальним.

Аркові конструкції із деревини прекрасно зарекомендували себе у різноманітних спорудах. Як і поодиноких випадках використання у ЗС ЦЗ.

В сучасних умовах настав час застосувати декілька десятків нових матеріалів, на основі деревини, для спорудження ЗС ЦЗ. В тому числі, у складі гібридних конструкцій, що дозволяє оптимально використовувати властивості різних конструкційних матеріалів.

Активне використання ж композитних і пластмасових матеріалів дозволить найкращі, с точки зору податливості, конструкції ЗС ЦЗ. В тому числі, аркові.

ЛІТЕРАТУРА

1. Horváth T. A személyi állomány védelmét biztosító erődítési építmények fejlődésének vizsgálata és a továbbfejlesztés lehetséges irányai. Doktori PhD értekezés; ZMNE, Budapest, 2003. 137 p.
2. Karey Lee Draper: Wartime Huts: The Development, Typology and Identification of Temporary Military Buildings in Britain 1914-1945. PhD thesis; Wolfson College, Cambridge, 2017. 437 p.
3. Piekarczyk A. Experimental and computational approaches to the evaluation of double corrugated arch structures. A review of the latest advancements. Polish academy of science, 2021. 30 p.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТАБЛИЧНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Несен І.О.¹,

Тищенко Є.О.¹, д.т.н., професор,

Петухова О.А.², к.т.н., доцент,

Журавський М.М.², к.т.н., доцент

¹Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

²Національний університет цивільного захисту України

За результатами проведених обчислювальних експериментів дослідження [1] поведінки залізобетонного сходового маршу (рис. 1) в умовах теплового впливу пожежі [2, 3] проаналізовано незалежність та найбільша значущість конструктивних параметрів залізобетонних сходових маршів, що позначаються на їхній вогнестійкості.

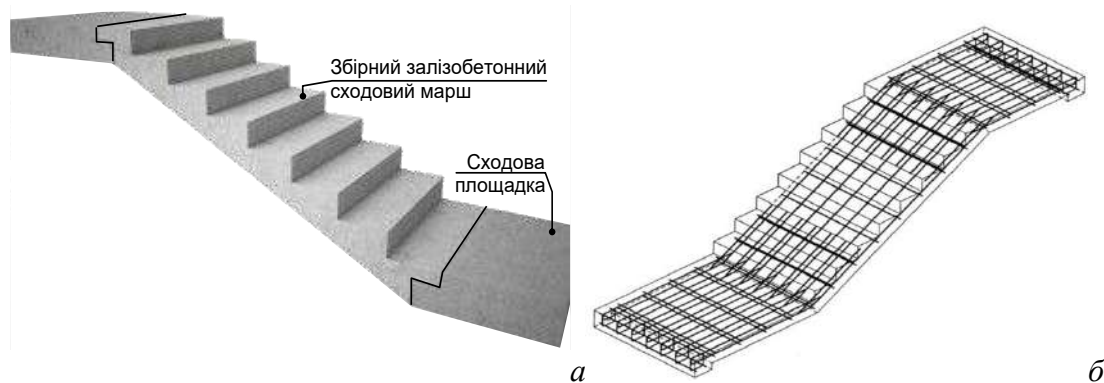


Рис. 1. Конструкція збірного залізобетонного сходового маршу (а) та схема його армування (б).

За результатами проведеного аналізу встановлені три незалежних найбільш значущі фактори – висота суцільної основи сходового маршу, товщина захисного шару нижнього ряду арматурних стержнів w , а також довжина прольоту сходового маршу L . У табл. 1 наведені діапазони найбільш значущих характеристик в чисельному експерименті [1], що встановлені як його фактори.

Таблиця 1. Діапазони варіювання факторів у числовому експерименті [1] щодо вогнестійкості залізобетонних сходових маршів

Висота суцільної основи сходового маршу, мм			Товщина захисного шару нижнього ряду арматурних стержнів, мм			Довжина прольоту сходового маршу, L , м		
Найменше значення, H_{-1}	Середнє значення, H_0	Найбільше значення, H_1	Найменше значення, w_{-1}	Середнє значення, w_0	Найбільше значення, w_1	Найменше значення, L_{-1}	Середнє значення, L_0	Найбільше значення, L_1
100	200	300	10	20	30	1.5	3.75	6

Побудована регресійна залежність була застосована для створення таблиці з конструктивними параметрами залізобетонних сходових маршів для забезпечення їх

відповідності встановленим вимогам щодо вогнестійкості. Для цього були встановлені мінімальні розміри для залізобетонних сходових маршів, що зведені до табл. 2.

Таблиця 2. Конструктивні параметри залізобетонних сходових маршів для забезпечення необхідного класу вогнестійкості

Умови застосування сходовий марш: висота $H \geq 80$ мм; товщина з.ш. $w \geq 10$ мм; площа додаткової арматури/загальна площа перерізу $A_s / (A_c + A_s) \leq 5$ %		Стандартні межі вогнестійкості				
		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180
1	Мінімальні розміри перерізу для довжини прольоту $L \leq 2.5$ м Висота суцільної частини/товщина захисного шару, H/w , (мм/мм)	100/10	100/10	100/20 200/15 250/10	200/30 250/25 300/25	400/60
2	Мінімальні розміри перерізу для довжини прольоту $L \leq 4$ м Висота суцільної частини/товщина захисного шару, H/w , (мм/мм)	100/10	100/15	100/25 250/20	250/35 300/30	400/65
3	Мінімальні розміри перерізу для довжини прольоту $L \leq 6$ м Висота суцільної частини/товщина захисного шару, H/w , (мм/мм)	100/10	100/25 200/20	300/40 350/40	400/60	–

Тож запропоновані табличні дані дають змогу спроектувати залізобетонні сходові марші з відповідним класом вогнестійкості, що також наведені у табл. 2. Це у свою чергу робить можливим доповнити другу частину Eurocode 2 додатковими даними для проектування залізобетонних сходових маршів, що відповідають вимогам щодо їхньої пожежної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Research of the behavior of a reinforced concrete staircase in the conditions of the thermal influence of fire, Ivan Nesen, № 2(14) (2022): Scientific bulletin: Civil protection and fire safety.
2. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004/A1:2014, IDT). Зміна №2:2022.
3. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT).

СТАН ІЗ НАДЗВИЧАЙНИМИ СИТУАЦІЯМИ ТА НАСЛІДКАМИ ВІД НИХ В УКРАЇНІ ЗА 2022 РІК

Несенюк Л. П.¹,
Кропотов П. П.²

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,

²Департамент запобігання надзвичайним ситуаціям

Відповідно до порядку, що визначає вимоги до ведення обліку надзвичайних ситуацій [1], впродовж 2022 року в Україні зареєстровано 66 НС, які розподілились таким чином: техногенного характеру – 33; природного характеру – 30; соціального характеру – 2, воєнного характеру – 1 НС. За масштабами 2 НС набули державного рівня; 5 НС – регіонального рівня; 32 НС – місцевого рівня, 32 – об'єктового рівня та жодна НС не набула регіонального рівня [2].

Унаслідок цих НС загинуло 7004 осіб (з них 471 дитина) та 11072 особи постраждало (з них 893 дитини). У зв'язку із масштабністю збройної агресії російської федерації та активними бойовими діями, що тривають, дані про наслідки НС воєнного характеру державного рівня не є остаточними.

Порівняно з 2021 роком, загальна кількість НС у 2022 році зменшилася майже на 47 %, при цьому майже на 40 % зменшилася кількість НС природного та кількість НС техногенного характеру, а кількість НС соціального характеру – на 54 %. Натомість у лютому зареєстровано НС воєнного характеру державного рівня у зв'язку з широкомасштабним вторгненням на територію України 24 лютого 2022 року збройних сил російської федерації.

У регіональному розрізі найбільшу кількість НС зареєстровано на території Закарпатської (11 НС), Донецької (8 НС) та Рівненської (7 НС) областей, по 6 НС виникло у Київській та Кіровоградській областях, по 5 НС зареєстровано у Миколаївській та Одеській областях, по 4 НС – у Дніпропетровській, Сумській та Харківській областях. По три НС зареєстровано у Житомирській, Запорізькій, Луганській, Тернопільській, Чернігівській областях та місті Києві, в інших регіонах зареєстровано по одній – дві НС.

На рисунку 1 наведено розподіл НС за регіонами України за 2022 рік.

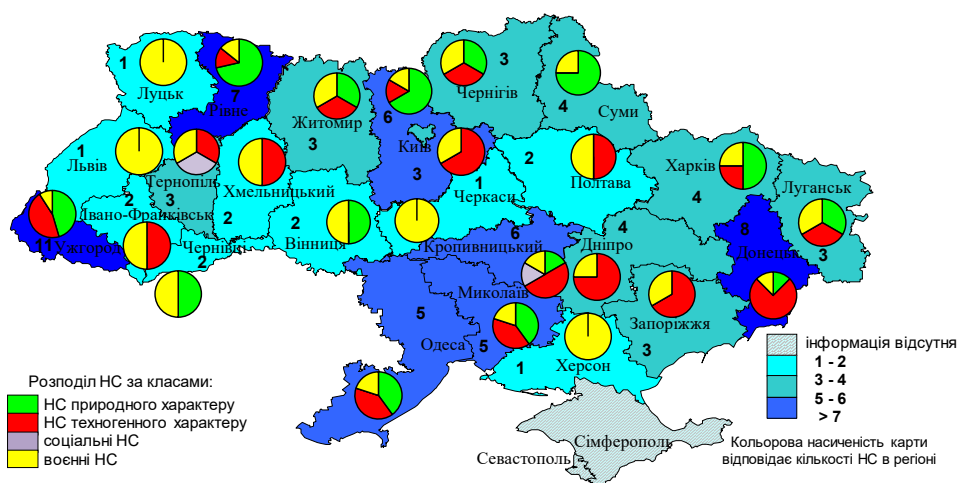


Рис. 1. Розподіл НС за регіонами України за 2022 рік.

Зростання кількості загиблих та постраждалих в НС у 2022 році пов'язано із значною їх кількістю унаслідок НС воєнного характеру державного рівня. За іншими видами НС у 2022 році спостерігається зменшення кількості постраждалих, насамперед за рахунок зменшення їх частки в медико-біологічних НС, разом з цим зафіксовано зростання кількості загиблих в НС унаслідок аварій на автомобільному транспорті. Значну частку серед НС техногенного характеру становлять НС, пов'язані із пожежами у будівлях житлового призначення, причинами виникнення яких є недотримання громадянами правил пожежної безпеки, а серед НС природного характеру – метеорологічних НС, спричинених ускладненнями погодних умов.

Надзвичайною ситуацією державного рівня з найбільшою кількістю загиблих є НС, що сталася на всій території України, де у зв'язку з актом збройної агресії з боку російської федерації, що відбувся 24.02.2022 та широкомасштабним вторгненням в Україну збройних сил російської федерації відповідно до підпункту 6 пункту 4 Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 березня 2003 р. № 368, та Указу Президента України від 24 лютого 2022 р. № 64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні», затвердженого Законом України від 24.02.2022 № 2102-ІХ, класифіковано НС воєнного характеру державного рівня внаслідок якої вимушено залишили своє житло понад 13 млн 470 тис. осіб (з них 3 млн 500 тис. дітей), за оперативною інформацією загинуло 6 тис. 884 особи (з них 450 дітей), 10 тис. 947 осіб поранено (з них 872 дитини).

Усього з початку НС у 2022 році підрозділами ДСНС здійснено 75 тис. 215 виїздів на ліквідацію наслідків обстрілів населених пунктів, врятовано майже 3 тис. 800 осіб, ліквідовано понад 13 тис. 600 пожеж, обстежено на наявність вибухонебезпечних предметів (ВНП) понад 77 тис. 300 га територій, знешкоджено понад 311 тис. 500 ВНП, підвезено понад 7 тис. 600 тон продуктів харчування та понад 45 тис. 400 тон питної і технічної води, надано психологічну допомогу більше 194 тис. 800 особам та евакуйовано більше 2 млн 300 тис. осіб.

Також за оперативними даними станом на 01.01.2023 окупантами зруйновано та пошкоджено близько 169 тисяч об'єктів інфраструктури, зокрема: 6 тис. 400 об'єктів життєзабезпечення, понад 1 тис. об'єктів транспортної інфраструктури, більше 3 тис. закладів освіти, майже 1 тис. 300 закладів охорони здоров'я, 150 тис. 300 житлових будинків, 670 адміністративних будівель, понад 4 тис. 500 тис. інших (не військових) об'єктів. У зв'язку з масштабністю вторгнення та активними бойовими діями інформація щодо наслідків цієї НС уточнюється.

Внаслідок іншої надзвичайної ситуації, що сталася 03.05.2022 о 19 год 27 хв у Рівненській області поблизу с. Ситне Дубенського району на 415 км автодороги Київ-Чоп через дорожньо-транспортну пригоду (з послідуочим загоранням) за участю автоцистерни з бензином, рейсового автобуса, який слідував за маршрутом «Київ-Львів», та мікроавтобуса загинуло 26 осіб та 12 осіб постраждало.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.10.2013 № 738 «Про затвердження Порядку ведення обліку надзвичайних ситуацій».

2. ДК 019:2010 Класифікатор надзвичайних ситуацій, затверджений Наказом Держспоживстандарту України від 11.10.2010 № 457 «Про затвердження та скасування національних класифікаторів».

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ УМОВНОЇ ПОЖЕЖІ НА НЕОБХІДНУ МІНІМАЛЬНУ ТОВЩИНУ ОДНОШАРОВИХ СИСТЕМ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЛЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Новак С.В.¹, к.т.н., с.н.с.,
Добростан О.В.¹, к.т.н., с.д.,
Пустовий М.М.²*

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,
²Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

При оцінюванні відповідності захищених сталевих конструкцій чинним вимогам за вогнестійкістю і визначенні необхідної мінімальної товщини їхнього вогнезахисту застосовують, зазвичай, сценарії умовної пожежі за стандартного температурного режиму [1]. В той же час для цих конструкцій умови вогневого впливу можуть бути більш жорсткими під час пожеж на нафтопереробних підприємствах або менш інтенсивними у разі зовнішніх пожеж [2]. Такі зміни в умовах вогневого впливу на сталеві конструкції можуть призводити до відхилю (різниці) між величинами необхідної мінімальної товщини їхнього вогнезахисту, отриманими за різними номінальними температурними режимами пожежі. Відсутність даних щодо цього відхилю призводить до обмеження сфери застосування систем вогнезахисту для сталевих конструкцій.

Проведене дослідження ставило за мету виявлення впливу номінальних температурних режимів пожежі на необхідну мінімальну товщину одношарових систем вогнезахисту для таких сталевих конструкцій, як колони і балки, для широких діапазонів змінювання теплофізичних властивостей застосовного вогнезахисного матеріалу, проектної температури сталі, коефіцієнта поперечного перерізу і проміжку часу збереженості вогнестійкості. Застосовано метод дослідження, складовими якого є обчислювальні процедури чисельного моделювання теплового стану сталевих конструкцій, оснащених вогнезахисним матеріалом із заданими теплофізичними властивостями, в умовах вогневого впливу за номінальними температурними режимами пожежі, операції аналізу, порівняння, узагальнення та систематизації отриманих розрахункових даних. Для розрахунку теплового стану сталевих конструкцій в умовах вогневого впливу використано одномірну двошарову математичну модель теплопровідності [3]. Значення коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією і теплового випромінювання на обігрівній поверхні вогнезахисту, теплофізичні властивості сталі та інші параметри цієї моделі обрані такими, як наведено в [4, 5]. Розв'язання математичної моделі виконано методом кінцевих різниць за неявною схемою апроксимації.

Проведеним дослідженням визначено залежності необхідної мінімальної товщини від параметрів вогнезахисту для різних температурних режимів умовної пожежі і дані щодо різниці у значеннях такої товщини. Встановлено, що як для умов вогневого впливу за температурного режиму вуглеводневої пожежі, так і для умов вогневого впливу за температурного режиму зовнішньої пожежі необхідна мінімальна товщина вогнезахисту збільшується із підвищенням коефіцієнта теплопровідності застосовного вогнезахисного матеріалу, коефіцієнта поперечного перерізу, проміжку часу збереженості вогнестійкості і зі зменшенням проектної температури сталі. Діапазон значень необхідної мінімальної товщини вогнезахисного покриття для умов вогневого впливу за температурного режиму вуглеводневої пожежі, отриманих для застосованих під час проведених розрахунків параметрів одношарової системи вогнезахисту, складає від 0,21 мм до 452 мм і він є більш ширший ніж для температурного режиму зовнішньої пожежі, для якого ці значення змінюються в діапазоні від 0,06 мм до 349 мм.

Виявлено, що різниця між значеннями необхідної мінімальної товщини вогнезахисту для сталевих конструкцій, отриманими для умов вогневого впливу за температурного режиму вуглеводневої пожежі, і значеннями такої товщини, визначеними за стандартного температурного режиму, має позитивні значення (від 5,74 % до 214 %), в той час, як для умов вогневого впливу за температурним режимом зовнішньої пожежі – від’ємні (від –7,52 % до –64,7 %). Ця різниця, як для умов вогневого впливу за температурного режиму вуглеводневої пожежі так і для умов вогневого впливу за температурного режиму зовнішньої пожежі, з підвищенням коефіцієнта теплопровідності застосовного вогнезахисного матеріалу, коефіцієнта поперечного перерізу δ_i зі зменшенням проектної температури сталі зменшується. Закономірним є те, що з підвищенням проміжку часу збереженості вогнестійкості сталеві конструкції для температурного режиму вуглеводневої пожежі різниця між значеннями товщини зменшується, а для температурного режиму зовнішньої пожежі – збільшується (за модулем). Це обумовлене відмінністю у рівнях теплового впливу на захищену сталеву конструкцію, які мають місце в умовах різних номінальних температурних режимів. Цей рівень визначається тепловим потоком на обігрівній поверхні конструкції (на зовнішній поверхні вогнезахисту), величина якого залежить від температури газового середовища, і тривалістю вогневого впливу [1]. Кількість теплоти, яка надходить до конструкції протягом певного проміжку часу вогневого впливу, прямо пропорційна площі під залежністю температури газового середовища від тривалості номінальної пожежі.

Визначено напрями подальших досліджень, які орієнтовані на виявлення впливу номінальних температурних режимів пожежі на необхідну мінімальну товщину різних систем вогнезахисту для сталевих конструкцій, в яких застосовуються вогнезахисні матеріали зі змінним коефіцієнтом теплопровідності і різною густиною, а також вогнезахисні екрани.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новак С. В., Добростан О. В., Пустовий М. М. Вплив температурного режиму пожежі на необхідну мінімальну товщину вогнезахисних покриттів для сталевих конструкцій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2022. № 2 (14). С. 5–20.
2. EN 1363-2:1999 – Fire resistance tests – Part 2: Alternative and additional procedures.
3. Новак С. В., Дрідж В. Л., Добростан О. В., Новак М. С. Вплив теплофізичних властивостей вогнезахисних матеріалів на тепловий стан сталевих колон за стандартного температурного режиму. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2022. № 1 (13). С. 88–110.
4. EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire.
5. ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ НА ФРАГМЕНТИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ

Нуянзін О.М.¹, к.т.н., доцент,

Борисова А.С.², к.т.н.,

Перегін А.В.¹,

Майборода А.О.¹, к.т.н., доцент

¹Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

²Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Метою роботи є отримання результатів температурних розподілів на поверхні та у точках інтегрування у перерізах фрагментів залізобетонних колон для подальшої розрахункової оцінки їхньої межі вогнестійкості та перевірка відтворюваності експериментальних даних.

Для проведення експерименту було використано малогабаритну установку для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції [1].

Три фрагменти залізобетонних колон перерізом 200×200 мм номінальним розміром 1000 мм, що були виготовлені заздалегідь до випробування. На рис. 1 представлено фото заздалегідь підготовленого фрагменту, зразка №1, для проведення натурального випробування з вогнестійкості.



Рис. 1. Малогабаритний фрагмент залізобетонної колони, виготовленої заздалегідь до випробування: 1 фрагмент заздалегідь виготовленої залізобетонної колони.

Загальна методика полягає у впливі стандартного температурного режиму [2] пожежі при чотирьохсторонньому нагріванні елементу залізобетонної колони, на основі яких, розрахунковим шляхом буде можливо оцінити межу вогнестійкості повнорозмірної конструкції.

Зразок для випробувань встановлюється вертикально в геометричному центрі камери печі установки. Передня стінка установки відсутня, тому закривається кришкою (рис 2.). Для щільності прилягання було застосовано мінеральну вату та вапняний шнур. На рис. 2 показано схема встановлення зразка для випробувань та елементи установки.

Для зняття цифрових значень температури в місцях установки термомпари використовувався модуль аналого-цифрового перетворення (АЦП), що описано в роботі [3]. Для обробки отриманих даних використовувався плагін PLX DAQ для Microsoft Excel, який дозволяє в режимі реального часу бачити числові значення температури та будувати відповідні графіки.

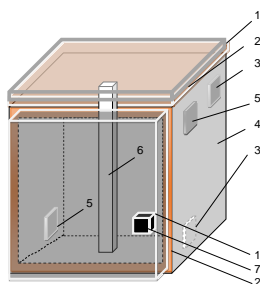


Рис. 2. Схема встановлення зразка для випробувань: 1 – кришка, що закриває передню та верхню частину установки; 2 – уплотнювач з мінеральної вати та вапняного шнура; 3 – місця для пальників, що не використовуються під час вогневих випробувань стін; 4 – огороження печі; 5 – пальники, що створюють температурний режим у камері печі; 6 – зразок, що досліджується, 7 – отвір виходу продуктів горіння.

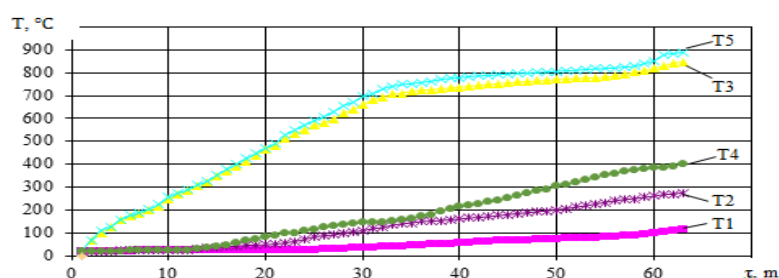


Рис. 3. Результати вимірювання температури досліджуваного зразка: T1-T5 – показання термопар.

На рис. 3 відображено результати показів термопар T1 – T5 всередині та на поверхні залізобетонної колони під час випробувань.

У нашому випадку проведено 3 експерименти за стандартним температурним режимом пожежі у малогабаритній установці для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції 3-х елементів залізобетонних колон виготовлених за аналогічних умов з ідентичних матеріалів.

Для перевірки адекватності результатів експериментальних даних при випробуваннях колон статистичні критерії обрані аналогічні до верифікації результатів випробування стін, колон та плит.

Відповідно до проведених вогневих випробувань, підтверджено адекватність експериментальних даних: відносне відхилення результатів не перевищило 4 %, а розрахований критерій адекватності (F-критерій Фішера) нижче за критичне значення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перегін А., Нуянзін О. Етапи створення прототипу вогневої установки для визначення температурних розподілів малогабаритних фрагментів залізобетонних конструкцій. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідування»: зб. наук. праць. Черкаси: ЧПБ НУЦЗ України, 2021. Т 5. № 2. С. 76–82.

2. ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги

3. Perehin A., Nuianzin O., Borysova A., & Nuianzin V. Results of Experimental Investigations of Reinforced Concrete Wall Elements According to the Standard Temperature Mode of Fire. In Materials Science Forum. Vol. 1066. 2022. P. 206–215. Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/p-18th69>

ПРОЕКТ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ КГП ТА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ З ГАСІННЯ ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛІВ

Пархоменко В.-П.О., к.т.н.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Із розвитком науково-технічного прогресу особливого розвитку та поширення набули транспортні засоби, які працюють від електричного рушія. Але із збільшенням їх кількості постала проблема з їх пожежної небезпекою.

Нечисленні випадки загорянь електрокарів та усвідомлення небезпеки їх використання в деяких Європейських країнах та США призводять до того, що деякі приватні структури свідомо обмежують використання електричних транспортних засобів задля своєї безпеки. Так, зокрема у Королівстві Нідерландів деякі паркінги перед в'їздом встановлюють інформаційні стенди (автомобільні знаки), що забороняють в'їзд електрокарів та транспортних засобів, що працюють на альтернативних джерелах енергії на їх територію.

Однак впровадження подібних обмежень та заборон не зупинить технічний прогрес та бажання людства рухатися вперед. Саме тому потрібно шукати рішення проблеми, а не уникати її. В першу чергу особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів повинні вивчити та зрозуміти особливості розвитку, поширення та гасіння пожеж за участю електрокарів, ознайомитися з існуючим досвідом гасіння таких пожеж та сформулювати єдиний підхід, методика, алгоритм запобігання та гасіння загорянь характерних для електричних транспортних засобів.

Враховуючи попередні дослідження в даній роботі висвітлені запропоновані рекомендації дій особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, по прибуттю на пожежу з участю електроавтомобілів.

Розглядаючи первинні дії керівника гасіння пожежі (КГП) з прибуттям на місце пожежі (горіння електрокара) та взявши до уваги сучасний досвід гасіння подібних пожеж, особовий склад та КГП повинні:

1. З прибуттям на місце пожежі перш за все визначити тип та марку автомобіля. У різних марок та моделей електрокарів розміщення силових кабелів, акумуляторних батарей тощо може суттєво відрізнятись. Правильне визначення розміщення основних елементів електромобіля створить сприятливі та безпечні умови для подальшої ліквідації пожежі та рятування постраждалих.

2. За можливості, перемістити автомобіль в безпечне місце або забрати припарковані поруч транспортні засоби, майно тощо.

3. Знерухомити автомобіль та створити умови для унеможливлення його подальшого руху, використавши спеціальне обладнання та підручні засоби. Виконання цього етапу є обов'язковим для забезпечення особового складу від випадків неконтрольованого руху транспортного засобу та випадкового наїзду.

4. Обов'язково відключити системи електроживлення електроавтомобіля. Як правило в кожному електромобілі заводом-виробником передбачена система аварійного відключення акумуляторної батареї, однак досить часто під час оперативної роботи можуть виникати труднощі з віднаходженням централізованого місця відключення електроживлення. При виникненні подібних ситуацій виникає необхідність у перерізанні силових кабелів та механічному вилученні акумуляторної батареї. Для реалізації вище зазначених завдань особовий склад та КГП повинні виконати пункт №1 та знати технічні особливості автомобіля.

5. КГП в обов'язковому порядку у випадку необхідності проведення гасіння повинен забезпечити безперебійну подачу води у великій кількості, саме тому з прибуттям автоцистерну необхідно встановити на вододжерело. Під час проведення гасіння у разі необхідності потрібно проводити заходи із запобігання ураженню електричним струмом особового складу шляхом застосувань діелектричного комплекту, заземлення пожежного ствола. По можливості для гасіння необхідно використовувати сучасні перекивні пожежні стволи (Protec, TFT тощо) з можливістю подачі розпиленого струменя води та регульованої витрати (від 3,7 до 7,4 л/с).

6. Під час безпосереднього гасіння пожежі особовий склад повинен використовувати засоби індивідуального захисту (апарати на стисненому повітрі). Як зазначалося раніше горіння акумуляторної батареї супроводжується виділенням специфічних та небезпечних хімічних речовин тривалий вплив яких спричиняє сильне отруєння людського організму і саме тому використання апаратів на стисненому повітрі є обов'язковим.

7. Після ліквідації пожежі необхідно розібрати акумуляторну батарею та пролити її розпиленими струменями води. Розбирання акумуляторної батареї необхідно здійснювати з використанням діелектричного комплекту та спеціального моторизованого інструменту. Можливе використання тепловізора для визначення найбільш нагрітих ділянок для подальшого їх охолодження.

8. Після проведення всіх робіт потрібно попередити відповідні служби, власника про можливість повторного самозаймання автомобіля. Для запобігання подібній ситуації необхідно здійснювати постійний нагляд за електромобілем протягом доби після ліквідації загорання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лазаренко О. В., Пархоменко В.-П. О., Сукач Р. Ю., Білоножко Б. В., Кусковець А. С. Конструктивні особливості та небезпека автомобілів на водневому паливі. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. № 37. С. 52–57.
2. Лазаренко О. В., Пархоменко В.-П. О., Шкарапута О. В. Розроблення моделей ліквідації надзвичайних ситуацій на транспортних засобах з альтернативними видами пального. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2021. № 38. С. 4–11.
3. Лазаренко О. В., Пархоменко В.-П. О. Небезпека та особливості гасіння транспортних засобів на альтернативних джерелах енергії» Навчальний посібник. Львів: Видавництво ЛДУ БЖД, 2021. 143 с.
4. Wang Q., Sun J., Chu G. Lithium Ion Battery Fire and Explosion, Fire safety science-proceedings of the eighth international symposium. 2005. P. 375–382. DOI:10.3801/IAFSS.FSS.8-375
5. Larsson F., Andersson P., Mellander B-E. Lithium-Ion Battery Aspects on Fires in Electrified Vehicles on the Basis of Experimental Abuse Tests. Batteries 2016. 2. 13. DOI:10.3390/batteries2020009
6. Луц В. І., Великий Я. Б., Пархоменко В.-П. О. Створення полігону для підготовки газодимозахисників до проведення аварійно-рятувальних робіт в обмеженому просторі на горизонтальних ділянках. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. № 36. С. 59–65.
7. Луц В. І., Луц І. В., Пархоменко В.-П. О., Шпак Р. М. Аналіз тренувальних комплексів для підготовки газодимозахисників країн Європейського Союзу. Пожежна безпека: зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2015. № 27. С. 87–94.

БУНКЕР – СПОРУДА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЖИТТЯ ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ НЕБЕЗПЕКИ

Пернері А.О.¹, к.т.н., доцент,

Пернері А.М.¹,

Сур'янінова Д.В.¹,

Отрош В.Ю.²

¹*Одеська державна академія будівництва та архітектури,*

²*Національний університет цивільного захисту України,*

Розробка підземних сховищ дуже активно велася під час геополітичного протистояння капіталізму та соціалізму. Було збудовано безліч бункерів, наприклад, розташований під Москвою підземний комплекс «Метро-2», знамениті бункери американо-канадської системи повітряного попередження NORAD, що знаходяться в горі Шайєнн, китайська система тунелів, побудована в 60-х – 70-х роках минулого століття у провінції Хубей та безліч інших притулків по всьому світу – відомих, маловідомих і зовсім невідомих досі. Додаткову популярність і нове призначення бункери набули у 2020 році, коли їх почали розглядати, як один із варіантів порятунку від довгого локдауну.

Будь-який бункер є складною інженерною спорудою, при проектуванні та зведенні якої необхідно виконати весь комплекс робіт, притаманних будь-якому будівельному об'єкту – архітектурно-планувальне рішення, розрахунки на міцність всіх конструктивних елементів, забезпечення сейсмостійкості, прокладання інженерних мереж тощо. На прикладі бункера, що відноситься до того чи іншого персонального типу, можна розглянути розв'язання усіх перелічених проблем. Останнім часом до цього додається ще одне питання: сучасні бункери іноді являють собою начебто невеликі міста з багатопверховими спорудами, тому їх потрібно розглядати і з урбаністичної точки зору.

Метою даної роботи є аналіз вимог до будування бункерів-бомбосховищ, їх використання в різних контекстах, а також розробка зв'язку бункерів в одну велику систему з архітектурної та урбаністичної точки зору.

Деякі проекти передбачають створення майже підземних кварталів з бункерів, об'єднуючи між собою різні укриття, які можуть бути під'єднані одна до одної за допомогою коридорів. Одним із таких проектів є Hardened Structures «Genesis». Серія Genesis є однією з найбезпечніших та найсучасніших систем сталевих бункерів у світі. Система Genesis Shelter може бути розширена до необмеженої кількості мешканців, доставлена та встановлена практично в будь-якій точці світу, оскільки компанія використовує модульний підхід. До серії Genesis входять чотири основні компоненти, які можна придбати окремо або об'єднати разом для формування конфігурації спільноти Genesis: Живі стручки, Центральний збір / Обідні стручки, Блоки живлення, Центральний купол. Genesis Living Pods можуть бути додані до Genesis «Dome», пропонуючи дуже зручну, простору спільноту, що вміщає від 50 до 150 осіб, і можуть бути з'єднані послідовно, щоб забезпечити необмежену кількість людей. Додавши додатковий купол та житлові модулі, дозволить збільшити кількість мешканців до 500–1000 осіб на термін понад 8 років. Вже одна ця перевага робить серію Genesis кращим продуктом для житлових, комерційних та військових ринків. Поточна (2023 р.) розрахункова вартість виготовлення становить 6500000 доларів США.

Посилаючись на такі розробки даної компанії, ми вирішили схематично розробити власну ідею зв'язку бункерів в одну систему, що функціонує, яка зможе

розширюватися на невизначену кількість нових приєднаних складових (рис. 1). Головною ідеєю стало впровадження системи паттернів (паттерн розуміється в цьому плані як шаблон або зразок, що повторюється; елементи паттерну повторюються передбачуване).

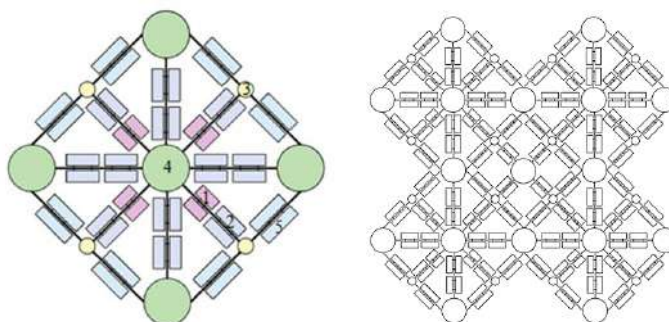


Рис. 1. Планувальне рішення одного «кварталу» підземних захисних споруд.

Найбільш актуальним рішенням буде створити головні технічні складові у вигляді циліндра, тому що це стійкіша фігура. Таким чином, ми матимемо можливість пов'язати її безпосередньо з поверхнею землі, залишаючи при цьому певну кількість земельного шару. Така «шахта» дозволить збільшувати технічні показники та стійкість.

Створюючи технічні поверхи над та під громадським простором, у нас створюється додаткова система безпеки та комфорту, яка дозволить кожному осередку існувати самостійно. Склади будуть на рівні проживання, а також мати додаткові резерви для зберігання на нижніх технічних поверхах. Житлові осередки підключатимуться безпосередньо до головних громадських просторів, для додаткової підтримки. Вони поділяються на 3 види, залежно від кількості спальних місць для людей усередині. А саме на 6, 8 та 10 осіб відносно. У кожній з них буде передбачено санітарний вузол та невелику кухонну установку. По діагональних і найбільш довгих проміжках між головними циліндричними осередками в центрі відстані будуть розміщуватися додаткове транзитне з'єднання з резервною технічною підтримкою. Усі складові, що існують за призначенням, будуть збіднені за допомогою коридорів, так само циліндричної форми, яка буде розгорнута горизонтально. Чотири з п'яти циліндричних складових системи матимуть по два виходи, тоді як центральна установка, яка є головною, налічуватиме близько чотирьох необхідних виходів. Так само, можливо передбачені окремих виходів із житлових капсул, лише як додатковий захід безпеки, але дотримуючись всіх конструктивних розрахунків, він не є необхідним.

Інженерні рішення будуть підібрані відповідно до вимог та надаватиму всі необхідні доступності. Таким чином, можливе перебування в такій оборонній споруді варіюватиметься від 5 до 8 років.

ЛІТЕРАТУРА

1. For the difference between bunkers and blockhouses see Schneider & Kitchen 2002, p. 87, BACM Research 2009, p. 263, Davis 2007. 290 p.
2. Nalewicki, Jennifer (23 March 2016). "Switzerland's Historic Bunkers Get a New Lease on Life". The Smithsonian. Retrieved 4, April 2016.
3. PAGE, A. Planning permanent air raid precautions: architecture, air war and the changing perceptions of British cities in the late 1930s. *Urban History*. 43(1). 2016. P. 117–134. URL: <https://www.jstor.org/stable/26398667>

СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

*Петрова О.І., к.с.-г.н., доцент,
Шевчук Н.П., к.с.-г.н., доцент,
Качанова Т.В., к.с.-г.н., доцент,
Манушкіна Т.М., к.с.-г.н., доцент*

Миколаївський національний аграрний університет імені Георгія Гонгадзе

Під час надзвичайних ситуацій виникає проблема у виявленні та локалізації як осередків руйнувань, так і пожеж. Особливо це актуально для об'єктів агропромислового комплексу на півдні України, в тому числі і в Миколаївській області. Враховуючи, що сільськогосподарські споруди розташовані на значних відстанях одна від одної, що значно ускладнює доставку пожежної техніки, важливим, на наш погляд, є моніторинг безпілотниками осередків руйнувань та пожеж за допомогою сучасних засобів відеоспостереження та фіксації [1, 2]. Обробку отриманої інформації доцільно проводити за допомогою розробленого методу вейвлет-перетворення та моделей розпізнавання на основі нейронних мереж, здійснюється вибір сучасних засобів пасивного та активного протипожежного захисту неушкоджених споруд агропромислового комплексу. Найбільшу увагу приділено матеріалам на основі мінеральних в'язучих, які не виділяють токсичних газоподібних сполук у навколишнє середовище під час термічної деструкції.

З відомих вогнезахисних засобів пасивного захисту найбільш затребуваними є матеріали на основі фосфатного, магнезійного, силікатного та геополімерного в'язучого [3–5], які, на наш погляд, є найбільш перспективними.

Враховуючи вищевикладене, автори звернули увагу на використання геополімерних матеріалів для вогнезахисту залізобетонних агропромислових споруд, як найменш вивченого, що і становить мету даної роботи при вивченні поведінки захищених зразків залізобетону за стандартних температурних умов.

В якості вихідних матеріалів для вогневих випробувань була взята продукція АТ «Геофіп» (м. Кропивницький, Україна), виготовлена відповідно до ТУ У 23.6-41182689-001:2017. Вогнезахисний матеріал являє собою оптимально підібрану суміш геополімерного в'язучого та наповнювача у вигляді геополімерних сфер, перлітового піску та карбонату кальцію. Суміш має два компоненти і складається з рідкої фази - геополімерної суспензії і сухої фази - наповнювачів з затверджувачами. Перед нанесенням суміші на поверхню залізобетонних зразків розміром 150x150x150 мм обидва компоненти суміші змішувалися за допомогою будівельного міксера.

У залізобетонних кубиках свердлили отвір глибиною 75 мм на відстані 25 мм від краю - глибина укладання арматури. Крім того, на лицьовій поверхні, в центрі зразка, ми розмістили хромель-алюмелеву термопару для фіксації температури прогріву поверхні залізобетону під геополімерним покриттям. Готовий склад наносили на поверхню у вигляді штукатурки. Після затвердіння товщина покриття становила 10 мм.

Вогневі випробування проводили через 28 діб від початку затвердіння суміші, дотримуючись основних рекомендацій ДСТУ Б В.1.1-4-98. Як точкове джерело вогню використовували полум'я бензинового пальника, розташованого від поверхні покриття на відстані 160 мм.

Відомо, що при нагріванні бетону починається інтенсивне видалення фізично зв'язаної води з поверхні та зсередини капілярів. Розширення пари призводить до виникнення сильних напружень, що, в свою чергу, нагріває поверхню до 380°C на 20

хвилині вогневого випробування (рис.1). Коли вогневий вплив триває від 20 до 90 хвилин, в цементному в'язучому починаються процеси дегідратації високоосновних гідросилікатів кальцію з виділенням хімічно зв'язаної води у вигляді пари. Подальший тимчасовий вплив вогню поширюється вже на зневоднений бетон, який в діапазоні температур 800–1000 °С є негорючим матеріалом.

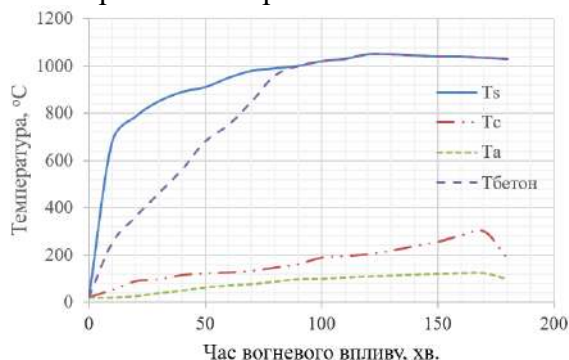


Рис. 1. Розподіл температури по глибині бетонного зразка з покриттям залежно від тривалості впливу вогню: Ts - температура поверхні; Tc - температура під покриттям; Ta - температура на відстані 25 мм від поверхні впливу (на глибині закладення арматури).

Можна відзначити, що в незахищеному залізобетонному зразку на 40 хвилині випробування і на 25 мм глибини залягання арматури температура досягає значень 500 °С, що є критичним значенням для металу. Арматура «плаває», напруження розтягування перевищують напруження стиснення бетону через його термічну усадку. Ці явища сприяють додатковому руйнуванню поверхні залізобетону з розкриттям значних тріщин. Тобто, термічне руйнування відбувається на ділянках, локалізованих на рівні арматури.

Дещо інша картина розподілу температури на зразках залізобетону, захищених теплоізоляційним вогнезахисним покриттям на основі геополімеру. Як видно з графіка (рис. 1), температура нагріву поверхні бетону під покриттям не перевищує 300 °С протягом усього вогневого випробування. Цей максимум зафіксовано на 170 хвилині випробування. Під покриттям ми створили умови, які не дозволяють поверхні нагрітися до граничного, крихкого стану. Покриття захищає поверхню від пошкодження вогнем у 1,3 рази. Ще нижчими є температури нагріву залізобетону в залежності від зони закладення арматури? На глибині 25 мм зафіксовано температуру 124.5 °С, що в чотири рази нижче критичних значень для металу (500 °С).

ЛІТЕРАТУРА

1. Slyusar V., Protsenko M., Chernukha A., et al. Improvement of the model of object recognition in aero photographs using deep convolutional neural networks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5/2 (113). 2021. P. 6–21.
2. Krivenko P., Guzii S., Bodnarova L., et al. Effect of thickness of the intumescent alkali aluminosilicate coating on temperature distribution in reinforced concrete. *Journal of Building Engineering*. 8. (2016). P. 14–19.
3. Petranek V., Guzii S., Sotiriadis K., Nevrivova L. Study on the Properties of Geocement Based Thermal Insulating Materials for High Temperature Technical Appliances. *Advanced Materials Research*. 734–737. 2013. P. 2356–2359.
4. Sotiriadis K., Guzii S., Mácová P., et al., Thermal Behavior of an Intumescent Alkaline Aluminosilicate Composite Material for Fire Protection of Structural Elements. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 31(6). 2019. P. 04019058.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ НА ЗАХИСТ ТЕАТРІВ

*Петухова О.А., к.т.н., доцент,
Черпаха Р.Е.*

Національний університет цивільного захисту України

Театри відносяться до будівель з масовим перебуванням людей, тому до їх системи протипожежного захисту пред'являються особливі вимоги. До складу комплексу протипожежного захисту входить внутрішній протипожежний водопровід, який може використовуватись для гасіння пожежі в театрі за допомогою пожежних кран-комплектів (ПКК). Захист будівель внутрішнім протипожежним водопроводом здійснюється виходячи з забезпечення зрошення кожної точки приміщення нормативною кількістю струменів та однотипністю обладнання ПКК [1–3]. Театральновидовищні заклади, до яких відносяться театри, складаються з театральновидовищного (сценічна коробка, глядацька зала) та допоміжного комплексів [4], в яких ПКК мають різні характеристики та специфічні місця розташування [5].

Вимогами нормативних документів в театрах [5] необхідно забезпечити витрати води для внутрішнього пожежогасіння – два струменя не менш 2,5 л/с та два струменя з витратою не менш 5 л/с кожний у кожену точку приміщення. ПКК встановлюються біля входів до зали для глядачів і на сцену, біля входів на сходові площадки. Додаткові ПКК діаметром 65 мм з діаметром насадки ствола 19 мм та довжиною рукава 10 м встановлюються на планшеті сцени. ПКК діаметром 50 мм з діаметром насадки ствола 16 мм та довжиною рукава 10 м встановлюються на колосниках та робочих галереях; те саме в решті приміщень театрів – з довжиною рукава 20 м. На планшеті сцени за його площі до 500 м² включно встановлюють три, а за більшої площі – чотири ПКК [5]. На кожній галереї та колосниках розміщують не менш двох ПКК, по одному з правого та лівого боку сцени. Обґрунтування тому, що ПКК в межах однієї будівлі та одного протипожежного відсіку повинні мати різні характеристики складових та встановлюватись не за принципом зрошення кожної точки нормованою кількістю струменів, нема, що може привести до нерозуміння важливості виконання таких вимог, а відповідно і до погіршення протипожежного захисту театрів.

Дослідження можливості ПКК забезпечити відповідний захист у театрах можливо аналізуючи місця їх розташування та радіус їх дії.

Радіус дії ПКК [4] визначається в залежності від довжини пожежного рукава та проекції радіуса компактної частини струменя, яка залежить від фактичного радіуса компактної частини та висоти приміщення. Фактичний радіус компактної частини струменя, який одержується з ПКК, що розміщуються в різних частинах театрів (глядацька зала, сцена, колосники та галереї), може мати значення, що значно відрізняються один від одного, що впливає на радіус дії ПКК.

Аналіз залежності радіуса дії ПКК $R_{ПКК}$ глядацької зали від її висоти та радіуса компактної частини струменя показав, що при використанні рукава довжиною 20 м, кожний ПКК може мати радіус дії від 22 м до 34 м, що в значній мірі залежить від висоти глядацької зали. Зазвичай, глядацька зала має 4–6 виходів, тому, виконуючи вимоги норм, буде встановлено 4–6 ПКК. Але при значних розмірах глядацької зали в багатьох випадках умова зрошення кожної точки приміщення двома струменями виконуватись не буде. Тобто необхідно буде передбачати встановлення додаткових ПКК.

Аналогічно були проведені дослідження впливу характеристик ПКК та розмірів приміщення на радіус дії ПКК сцени та для ПКК, розміщених на колосниках та галереях, при довжині рукавів 10 м. За результатами дослідження булр встановлено, що при використанні ПКК з різними характеристиками їх складових, умова зрошення кожної точки двома струменями може бути не виконана:

– для глядацької зали: при висоті зали $z=15$ м, ширині $b=40$ м та довжині рукава $l_p=20$ м, радіус дії ПКК буде складати 26,22 м, а максимально допустима відстань між ПКК – 16,95 м (що значно менше, ніж відстань між виходами з глядацької зали, тобто місць розташування ПКК);

– для сцени: при висоті сценічної коробки $z=30$ м, ширині $b=30$ м та довжині рукава $l_p=10$ м, радіус дії ПКК буде складати 18,9 м, а максимально допустима відстань між ПКК – 11,5 м (що при площі сцени близько та понад 500 м² не забезпечить зрошення кожної точки двома (чотирма) струменями);

– для колосників та галерей радіуса дії ПКК повинно бути достатньо при виконанні умови розташування ПКК кожні 15 м.

Висновки. В роботі було досліджено умови забезпечення успішного гасіння пожежі в глядацькій залі, на сцені, на колосниках та галереях театру шляхом використання пожежних кран-комплектів. Показано, що додержання вимог нормативних документів не завжди забезпечує створення умов успішного використання ПКК для ліквідації пожежі. Обґрунтовано доцільність використання ПКК в різних частинах театру з різними характеристиками – довжиною рукава, що не лише не погіршить захист цих частин театру, а і покращить умови для роботи пожежних підрозділів з обладнанням з характеристиками, що відповідають вимогам нормативних документів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петухова О. А., Горносталь С. А. Обґрунтування кількості пожежних кран-комплектів в плані будівлі. Матеріали X Всеукр. наук.-практ. конф. з міжн. участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». Черкаси, 2020. С. 82–83. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/11453/1/Gornostal.pdf>
2. Горносталь С. А., Дудник В. Р., Оксьом Т. Ю., Петухова О. А. Дослідження умов успішного гасіння пожежі при застосуванні пожежного кран-комплекту // Actual trends of modern scientific research. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2021. P. 154–158. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-actual-trends-of-modern-scientific-research-17-19-yanvarya-2021-goda-myunhen-germaniya-arhiv/>
3. Петухова О. А., Горносталь С. А., Щербак С. М. Визначення характеристик складових пожежних кран-комплектів виробничої будівлі. Проблемы пожарной безопасности. Вып. 48. Харьков, 2020. С. 125–129. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11986>
4. Петухова О. А., Андронов В. А., Горносталь С. А., Черехаха Р. Е. Протипожежне водопостачання: Підручник – Харків. Друкарня Мадрид, 2022. 280 с. URL: <http://moodle.nuczu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=4339>
5. ДБН В.2.2-16:2019. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. [Чинний від 2019-11-01]. Київ: Мінрегіон України, 2019. 97 с. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-9>

МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РИГЕЛІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВОГНЕВИХ ВИПРОБУВАНЬ

Поздєєв С.В.¹, д.т.н., професор,

Некора О.В.¹, к.т.н., с.н.с.,

Федченко С.М.¹,

Шналь Т.М.², д.т.н., доцент

¹*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,*

²*Національний університет «Львівська політехніка»*

Для забезпечення пожежної безпеки у будівлях і спорудах існує необхідність встановлення відповідності залізобетонних конструкцій відповідним вимогам щодо їх вогнестійкості. Серед таких конструкцій, як одними з найвідповідальніших є залізобетонні ригелі. Вогнестійкість залізобетонних ригелів має відповідати нормативно-технічним нормам, де встановлені основні принципи її забезпечення [1]. Для оцінки вогнестійкості залізобетонних конструкцій існує два основних підходи, з яких найбільш надійнішим і достовірним вважається метод вогневих випробувань [1–3]. Реалізація вогневих випробувань пов'язана із певними технічними складностями та потребує істотних трудових і матеріальних затрат. Як розумна альтернатива експериментальному підходу є застосування розрахункової оцінки вогнестійкості [1–3]. У розрахункових методах є ефективним застосування підходів, що дозволяють уточнення властивостей бетону та залізобетону на основі узагальнення та інтерпретації даних, отриманих у результаті вогневих випробувань. У зв'язку із викладеним, метою даної роботи було встановлення закономірностей зниження міцності бетону у залежності від температури його нагрівання шляхом розробки метода ідентифікації залежності коефіцієнта міцності від температури на основі інтерпретації результатів вогневих випробувань.

З метою встановлення закономірностей зниження міцності бетону у залежності від температури його нагрівання шляхом розробки метода ідентифікації залежності коефіцієнта міцності від температури на основі інтерпретації результатів вогневих випробувань застосовуючи підхід, запропонований у роботі [4] був розроблений метод ідентифікації залежності коефіцієнта зниження міцності бетону залізобетонних ригелів та балок схема здійснення якого подана на рис. 1.

При реалізації даного методу необхідно виконати послідовність процедур, що подана нижче у вигляді схеми на рис. 2.

Визначення температур, у будь-якій точці перерізів залізобетонних ригелів, за точковими вимірюваннями температури у їх внутрішніх шарах, у ході високотемпературних випробувань за стандартним температурним режимом пожежі здійснювалося розробленим методом інтерполяції.

З метою ідентифікації коефіцієнта зниження міцності бетону випробуваних залізобетонних ригелів при проведенні вогневих випробувань виміряний максимальний прогин залізобетонних ригелів-зразків та використовуючи математичні моделі, був ідентифікований коефіцієнт зниження міцності бетону від температури.

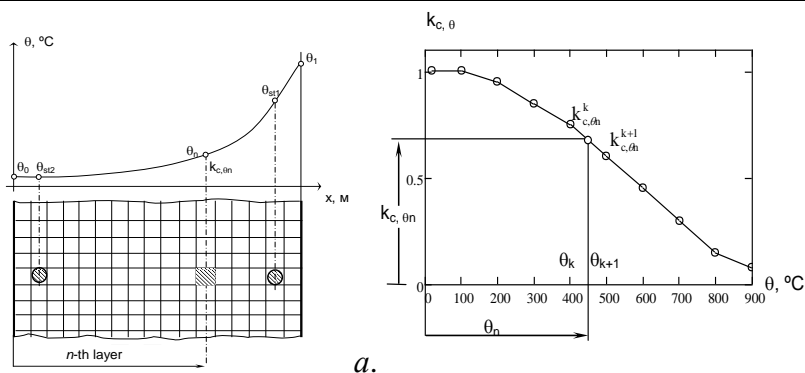


Рис. 1. Обчислення коефіцієнту зниження міцності бетону залізобетонного ригеля за температурою у внутрішньому шарі: а – схема розбиття на шари перерізу залізобетонного ригеля; б – схема лінійної інтерполяції коефіцієнту зниження міцності бетону залізобетонного ригеля за табличними даними.

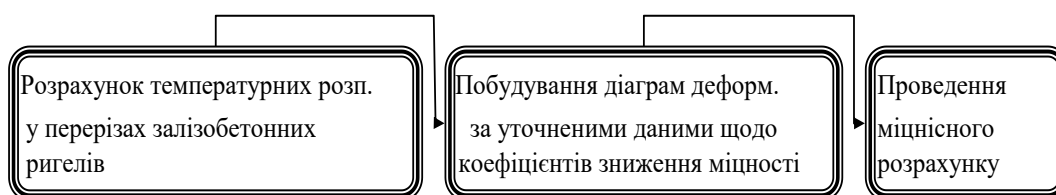


Рис. 2. Схема здійснення методу ідентифікації залежності коефіцієнту зниження міцності бетону залізобетонних ригелів.

Отже, у результаті проведених досліджень було розроблено методику та проведено з її використанням вогневі випробування залізобетонного ригеля, дані вимірювань якого дозволяють реалізувати запропонований метод ідентифікації коефіцієнта зниження міцності бетону та було отримано уточнену залежність коефіцієнта зниження міцності бетону, що є підґрунтям для удосконалення розрахункового методу оцінки вогнестійкості залізобетонних ригелів на основі деформаційних моделей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pozdieiev S., Nuianzin O., Sidnei S., Shchipets S Computational study of bearing walls fire resistance tests efficiency using different combustion furnaces configurations. MATEC Web of Conferences. 116, art. no. 02027. DOI:10.1051/mateconf/201711602027
2. Pozdieiev S., Nekora O., Slovynsky V. The research of bearing capacity of reinforced concrete beam with use combined experimental-computational method. MATEC Web of Conferences. 116, art. no. 02024. DOI: 10.1051/mateconf/201711602024
3. Kodur V. K. R. Guidelines for Fire Resistance Design of High-Strength Concrete Columns. J. of Fire Protection Engineering. 15:2 (2005). P. 93–106.
4. Щіпець С. Д. Удосконалення методу випробувань на вогнестійкість залізобетонних та кам'яних несучих стін.: дис. канд. тех. наук: 21.06.02. Щіпець Станіслав Дмитрович. Львів, 2015. 160 с.

ВАЖЛИВІСТЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

*Полупан В.А.,
Рашкевич Н.В., PhD,
Ромін А.В., д.держ.упр., професор
Національний університет цивільного захисту України*

Зведення висотних будівель обумовлено необхідністю раціонального використання виділеної під будівництво землі. Саме висотні будівлі є символом розвитку, візитівкою винятковості та індивідуальності сучасних міст. Ці будівлі належать до об'єктів з масовим перебуванням людей і, разом зі своїм вмістом, мають величезне пожежне навантаження. Під час пожежі можуть горіти різні речовини та матеріали: будівельні конструкції, облицювання, товари, упаковка, матеріальні цінності та інші горючі матеріали.

Сучасні висотні будинки погляду – це складні архітектурні та інженерні багатофункціональні комплекси, для яких встановлено особливі вимоги щодо безпечної експлуатації та можливості евакуації людей у разі виникнення небезпечних подій (надзвичайних ситуацій) природного та техногенного характеру, зокрема пожеж.

Надзвичайні ситуації, пов'язані з пожежами, можуть призводити до великих жертв, матеріальних збитків. Збитки від пожежі обчислюються не лише вартістю матеріалів, що вигоріли. Знищенню піддаються вміст будівель та споруд, будівельні конструкції, технологічне та інженерне обладнання та комунікації, навіть якщо вони виконані з негорючих неорганічних речовин та матеріалів. Все це визначає особливу увагу до задач забезпечення безпеки [1], як за рахунок підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій [2, 3], так й подальшого розвитку та вдосконалення відповідних норм та правил з урахуванням наукових досліджень [4].

Найпоширенішими початковими осередками пожежі є коридори та внутрішні сходові клітки. Наразі, має місце збільшення кількості виникнення пожеж для приміщень кухонь, сміттєзбірних камер, технічних приміщень (в тому числі підвальних) та ванних кімнат, де розміщена значна кількість побутових електричних приладів [5].

Основна причина трагічних наслідків при пожежах у висотних будівлях – блокування шляхів евакуації продуктами горіння та вогнем. Продукти горіння заповнюють евакуаційні виходи, ліфтові шахти, сходові клітки. Швидкість розповсюдження диму та отруйних газів по вертикалі може досягати кількох десятків метрів за хвилину.

Наслідками пожеж, що сприяють трагічному розвитку подій, є:

- низька вогнестійкість будівельних конструкцій та інженерного обладнання, особливо металевих балок та ферм;
- наявність великих внутрішніх обсягів, нерозділених протипожежними перешкодами;
- недостатня кількість шляхів евакуації і їх низька пропускна здатність;
- наявність порушень цілісності конструкцій, що огорожують, серед яких і протипожежні перешкоди, через проходження повз них різного інженерного обладнання;
- відсутність евакуаційних планів під час аварій і пожеж;
- пристрій підвісних стель;
- високе питоме пожежне навантаження.

Ці фактори, а також багатолюдність приміщень, примушують віднести багатофункціональні будови до об'єктів підвищеної уваги зі сторони проектувальників і наглядових органів.

Забезпечення пожежної безпеки висотних будівель є обов'язковим і важливим елементом процесів проектування, будівництва та експлуатації цих об'єктів. Це означає, що інженери-архітектори, конструктори, робітники, фахівці з експлуатації повинні володіти системою знань у сфері науково-обґрунтованих, технічно здійснених, економічно доцільних інженерних рішень щодо забезпечення пожежної безпеки будівельних об'єктів, у тому числі висотних будівель.

Для висотних будівель надзвичайно важливі ефективні рішення щодо запобігання пожеж та обмеження їх розвитку, а також засоби доступу пожежних підрозділів на поверхи (ліфти, майданчики на покритті для гвинтокрила, засоби порятунку з висотних рівнів, засоби індивідуального захисту органів дихання). Правильні технічні рішення вимагають сучасного нормативного забезпечення, яке постійно оновлюється та має бути відомо як фахівцям з проектування, так і експертам, та співробітникам наглядових органів.

Протипожежні вимоги повинні бути направлені на забезпечення: мінімізації виникнення пожежі; забезпечення стійкості висотної будівлі в умовах пожежі; забезпечення обмеження поширення пожежі та її небезпечних факторів як усередині будівлі, так і на сусідні будівлі та споруди; забезпечення умов безпеки людей у процесі їх евакуації при виникненні пожежі в будівлі; забезпечення можливості гасіння пожежі та проведення аварійно-рятувальних робіт силами оперативних підрозділів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полупан В. А., Рашкевич Н. В. Актуальність удосконалення системи пожежної безпеки в висотних будівлях: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми пожежної безпеки 2022» («Fire Safety Issues 2022»). м. Харків: НУЦЗУ, 12.10.2022 р. С. 122–123. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15973>

2. Полупан В. А., Рашкевич Н. В., Майборода Р. І., Отрош Ю. А., Щолоков Е. Е. Вогнестійкість будівельних конструкцій як елемент системи пожежної безпеки. The I International Scientific and Practical Conference «Current trends in the development of modern scientific thought», September 27 – 30, 2022, Haifa, Israel. С. 495–497. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15949>

3. Полупан В. А., Майборода Р. І., Отрош Ю. А., Рашкевич Н. В. Критерії вибору способу вогнезахисту будівельних конструкцій: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення», м. Львів: ЛДУ БЖД, 12–13 жовтня 2022 р. С. 77–79. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15974>

4. Sadkovyi V., Andronov V., Semkiv O., Kovalov A., Rybka E., Otrosh Yu. et. al. Fire resistance of reinforced concrete and steel structures. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER. 2021. 180 p. URL: <http://doi.org/10.15587/978-617-7319-43-5>

5. Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. Статистика пожеж. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/uk/statistika-pozhezh>

ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЮ ПОЖЕЖ У ПРИМІЩЕННЯХ НА ОСНОВІ БІСПЕКТРУ ДИНАМІКИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАГОРЯННЯХ

Поспелов Б.Б.¹, д.т.н., професор,

Рибка Є.О.¹, д.т.н., професор,

Самойлов М.О.¹,

Корнієнко Р.В.¹, к.т.н.,

Веретеннікова Ю.А.²

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Пожежі у приміщеннях завдають великих людських та матеріальних втрат. Загибель людей від пожеж у приміщеннях становить понад 80 % від загальної кількості загиблих від інших типів пожеж. За даними Міжнародної асоціації протипожежного захисту в 2020 році пожежі у приміщеннях заподіяли матеріальний збиток понад 15 млрд. доларів. Тому запобігання виникненню пожеж у приміщеннях є однією з пріоритетних світових проблем, що підкреслює її актуальність для будь-якої держави.

Запобігання виникненню пожеж у приміщеннях в різних країнах здійснюється на основі використання різних заходів. Однак ефективність таких заходів запобігання є недостатньою. Про це свідчить реальна світова статистка. Сучасні заходи запобігання пожежі зазвичай використовують фізичні явища передавання тепла та маси від осередку займання до газового середовища приміщень. При цьому переважно враховуються лінійні механізми передавання. Однак в реальних умовах загоряння такі механізми передавання не дозволяють враховувати нелінійні механізми, властивості яких дозволяють виявляти загоряння на ранньому етапі. Крім того реальні механізми передачі та умови виникнення пожежі характеризуються переважно великою кількістю та різноманітністю параметрів пожежного навантаження, так і конструктивних особливостей приміщень. Це обумовлює необхідність підвищення ефективності заходів запобігання виникненню пожеж у приміщеннях на основі використання нелінійних підходів.

Метою представленого дослідження є підвищення ефективності заходів запобігання виникненню пожеж у приміщеннях за рахунок використання нелінійного підходу щодо динаміки небезпечних параметрів газового середовища при загоряннях матеріалів у реальних приміщеннях. Об'єктом дослідження є динаміка небезпечних параметрів газового середовища в приміщеннях при виникненні загорянь матеріалів.

Первинні дані досліджень отримані виключно вимірюванням динаміки довільної множини небезпечних параметрів газового середовища при загоряннях у лабораторній камері. При цьому лабораторна камера використана в режимі моделювання негерметичного приміщення. На основі вимірюваних даних розроблено модель визначення біспектру довільного інтервалу вимірювання динаміки небезпечних параметрів газового середовища приміщень при виникненні загорянь:

$$AB(f_1, f_2) = 10 \lg |X(f_1)X(f_2)X^*(f_1 + f_2)|, \quad (1)$$

де $AB(f_1, f_2)$ – функція змінних f_1 і f_2 , що визначає оцінку амплітудного біспектру для довільного небезпечного параметра. Модель заснована на обчисленні перетворення Фур'є для відповідного інтервалу вимірювання динаміки небезпечних параметрів газового середовища приміщень та визначені на його основі миттєвого біспектру.

Новий науковий результат визначається теоретичним обґрунтуванням моделі обчислення миттєвого біспектру щодо заданого інтервалу вимірювання динаміки небезпечних параметрів газового середовища приміщень. Перша властивість моделі пов'язана з можливістю її використання щодо обчислення амплітудного та фазового біспектру. Друга – полягає в практичному застосуванні реальних вимірювань динаміки небезпечних параметрів середовища для виявлення особливостей амплітудного та фазового біспектру з метою ефективного виявлення ранніх загорянь різних матеріалів в довільних умовах сучасних приміщень.

Відповідно до запропонованої моделі виявлено, що властивості амплітудного та фазового біспектру динаміки небезпечних параметрів газового середовища можуть бути використані для ефективного виявлення ранніх загорянь різних матеріалів в довільних умовах сучасних приміщень. Встановлено, що реальна динаміка небезпечних параметрів газового середовища має явний нелінійний характер. Тому підвищення ефективності заходів запобігання виникненню пожеж у приміщеннях слід розглядати на використанні різних реалізаційних варіантів впровадження підходів, що застосовуються в теорії нелінійної динаміки систем. Одним з таких підходів слід вважати використання біспектрів динаміки небезпечних параметрів газового середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pospelov B., Andronov V., Rybka E., Bezuhla Y., Liashevskaya O., Butenko T., Darmofal E., Hryshko S., Kozynska I., Bielashov Y. Empirical cumulative distribution function of the characteristic sign of the gas environment during fire. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4 (10 (118)). 2022. P. 60–66.

**ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
ТА ТИПІВ ВОГНЕГАСНИКІВ ДЛЯ ОСНАЩЕННЯ
КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

*Присяжнюк В.В.,
Семичаєвський С.В.,
Якіменко М.Л.,
Осадчук М.В.,
Свірський В.В.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Згідно з [1] колісний транспортний засіб – це транспортний засіб, призначений для руху безрейковими дорогами, за допомогою якого перевозять людей і (або) вантажі, а також перевозять і приводять у дію під час руху чи на місці встановлене на ньому обладнання чи механізми для виконання спеціальних робочих функцій, допущений до участі в дорожньому русі.

Одним із важливих елементів безпеки зазначених транспортних засобів є їх пожежна безпека. З кожним роком в Україні зростає потреба у автомобільних вантажних та пасажирських перевезеннях. Також збільшуються потреби населення в легкових автомобілях вітчизняного чи закордонного виробництва. Це зумовлює, безперечно, збільшення загальної чисельності автомобільного парку, що збільшує кількість пожеж. Пожежі, які відбуваються на колісних транспортних засобах, відносяться до надзвичайних ситуацій техногенного характеру, що супроводжуються виходом їх з ладу і досить часто призводять до загибелі або травмування людей та значних матеріальних втрат.

Вогнегасники в протипожежному захисті об'єктів, в тому числі колісних транспортних засобів відіграють значну роль, тому що на початковій стадії осередки пожежі можуть бути погашені або локалізовані за їх допомогою.

Однією з основних складових підвищення рівня протипожежного захисту транспортних засобів є наявність науково обґрунтованих норм оснащення їх вогнегасниками. Такі норми повинні враховувати особливості транспортних засобів і сучасний технічний рівень вогнегасників.

Існуючі Норми оснащення колісних транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння, які були прийняті Постановою Кабінету Міністрів України від 8 жовтня 1997 року № 1128 «Про забезпечення колісних транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння» певною мірою застаріли та не відповідають потребам сьогодення. Навіть у редакції Норм оснащення від 3 вересня 2009 року № 93 вказана мінімальна кількість, тип та позначення тільки порошкових вогнегасників, в той час як останнім часом в Україні і провідних країнах світу з'явилися нові типи вогнегасних речовин, а також колісних транспортних засобів, зокрема і з електричним двигуном.

Тому для вирішення актуального питання щодо можливості застосування різних типів вогнегасників на сучасних колісних транспортних засобах є необхідність постановки науково-дослідної роботи в результаті якої будуть розроблені науково обґрунтовані пропозиції щодо можливості застосування різних типів вогнегасників для гасіння пожеж на колісних транспортних засобах та проєкт норм оснащення цих засобів вогнегасниками.

У звіті [2] наведено результати науково-дослідної роботи з розроблення проєкту норм оснащення колісних транспортних засобів переносними вогнегасниками. В ході роботи [2] здійснено аналіз вимог вітчизняної та зарубіжної нормативної бази, що регламентує норми оснащення транспортних засобів вогнегасниками. Проведено

аналітичні дослідження щодо визначення причин та місць виникнення пожеж на транспортних засобах. Прийнято критерії вибору вогнегасника у залежності від особливостей транспортного засобу, який ним захищається. Результатом роботи [2] є розроблення проекту постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Норм оснащення колісних транспортних засобів переносними вогнегасниками» та проект Норм оснащення колісних транспортних засобів переносними вогнегасниками, в основу якого покладено ідеї щодо забезпечення обґрунтованого вибору вогнегасників та визначення їх мінімальної кількості для оснащення транспортних засобів. Треба відмітити, що у роботі [2] не проведено обґрунтування параметрів та типів первинних засобів пожежогасіння, необхідних для оснащення ними колісних транспортних засобів. Крім того, робота [2] містить результати лише аналітичних досліджень і не враховує проведення експериментальних досліджень щодо ефективного гасіння різними типами вогнегасників модельних вогнищ пожеж різних класів.

Для сприяння у вирішенні зазначеної проблеми з метою удосконалення нормативної бази щодо оснащення первинними засобами пожежогасіння колісних транспортних засобів в Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту за замовленням ДСНС України виконується науково-дослідна робота за темою: «Обґрунтування параметрів та типів первинних засобів пожежогасіння для оснащення колісних транспортних засобів» («Колісні транспортні засоби – норми оснащення»). За результатами виконання вищевказаної науково-дослідної роботи буде розроблено проект оновлених норм оснащення колісних транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння, положення якого ґрунтуватимуться на результатах аналітичних та експериментальних досліджень, враховуючи вимоги [3], [4].

Враховуючи вищевказане, для досягнення мети вищевказаної науково-дослідної роботи дослідженню підлягатимуть такі питання, а саме:

- аналіз стану нормативної бази в Україні та у провідних країнах світу, що регламентує норми оснащення колісних транспортних засобів вогнегасниками;
- аналіз причин та місць виникнення пожеж на колісних транспортних засобах;
- проведення експериментальних досліджень щодо ефективного гасіння різними типами вогнегасників модельних вогнищ пожеж різних класів;
- встановлення взаємозв'язку між рангом вогнегасників та параметрами пожежної навантаги колісних транспортних засобів;
- розроблення науково обґрунтованих пропозицій щодо застосування різних типів вогнегасників на колісних транспортних засобах та відповідних норм оснащення ними.
- розроблення проекту норм оснащення колісних транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Введ. 2011-07-01. К.: Держспоживстандарт України, 2011. 28 с.
2. Провести дослідження та розробити проект норм оснащення дорожніх транспортних засобів переносними вогнегасниками: звіт про НДР УкрНДПБ; кер. Міщенко С.М. Київ, 2007. 113 с.
3. ДСТУ 3675-98. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. Зі зміною № 1. Введ. 1999-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 1999. 66 с.
4. ДСТУ EN 3-7:2014. Вогнегасники переносні. Частина 7. Характеристики, вимоги до робочих параметрів і методи випробувань (EN 3-7:2004+A1:2007, IDT). Введ. 2016-01-01. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 53 с.

**ПИТАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ҐРУНТІВ
ДЛЯ ПОТРЕБ ВІДНОВЛЮВАННЯ УРАЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ***Рашкевич Н.В., PhD**Національний університет цивільного захисту України*

Ракетно-артилерійські обстріли призводять не тільки до людських жертв, масових руйнувань інфраструктури населених пунктів, особливо тих, які знаходяться поруч та (або) на лінії фронту, а й знищення та пошкодження природних ресурсів. Це формує потребу не лише у відбудові окремих будівель та споруд, а й у комплексній відбудові окремих районів, міст в цілому. На відновлення природних ресурсів знадобиться десятки років.

Забрудненням ґрунтів та засміченням земель є наслідками надзвичайної ситуації та/або збройної агресії та бойових дій. Потрапляння важких металів – свинця, стронція, титана, кадмія, нікеля – робить ґрунт небезпечним, а в деяких випадках – непридатним для подальшого використання. Токсичні сполуки можуть проникати в ґрунт разом з опадами. Наприклад, сірка – компонент значної частини боєприпасів. Змішуючись з опадами вона перетворюється в ґрунті на небезпечну сірчану кислоту. В атмосфері оксиди сірки та азоту спричиняють кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту.



Рис. 1. Території, що зазнали ракетно-артилерійського ураження.

Ґрунти зазнають мінного забруднення та розмінування, забруднення від горіння і розливів нафтопродуктів, забруднення від викидів в атмосферу речовин, які осаджуються на землю, забруднення воєнними відходами, іншими небезпечними речовинами внаслідок бойових дій (наприклад, хімічними речовинами, що зберігалися на промислових об'єктах), порушення вибухами та важкою військовою технікою.

Наприклад, на супутникових знімках Ізюмського району Харківської області на ділянці 1 км² знайшли 480 вирв від снарядів калібру 82 мм, 547 вирв від снарядів 120 мм і 1025 – калібру 152 мм. Вибухами на тій ділянці фронту вивернуто близько 90 000 тонн ґрунту. 250-кілограмова авіабомба, детонуючи, може залишити по собі вирву діаметром до 8 метрів і глибиною до 4 метрів і вивертає близько 375 м³ ґрунту [1].

Площі забруднених та порушених земель наразі чітко не визначені, також не відомі обсяги небезпечних речовин, якими забруднено ґрунти та землі. Невизначеність пов'язана з: відсутністю доступу до значної частини територій, де тривають бойові дії чи тимчасова окупація; браком кадрового, ресурсного, фінансового потенціалу для проведення оперативної фіксації, проведення обстеження, оцінки через значні обсяги

уражених територій, зруйнованих та пошкоджених об'єктів в межах одного міста та (або) громади.

Важливою частиною процесу визначення характеру забруднення територій є відбір проби компонентів довкілля для контролю кількісного та якісного складу забруднюючих речовин [2].

Інші аспекти проблеми ґрунтів – забруднення нерозірваними мінами, снарядами. З початку року обстежено 2898 гектарів територій, 19321 знешкоджено ВВП, в тому числі 30 авіабомб. Кількість залучень – 5613 [3]. За даними Держслужби з надзвичайних ситуацій, 174 тисячі квадратних кілометрів території України залишаються потенційно небезпечними через замінування – це третина від загальної площі України.

Забруднення землі не обмежуватиметься лише периметром майданчика. Заземлення шлейфів диму та пилу з майданчика призведе до осадження небезпечних твердих частинок над містом та над ґрунтом у сусідніх сільськогосподарських районах. Забруднення, пов'язане з бойовими діями, просочуючись у ґрунт, потенційно мігруючи через підземні води або водоводи та створюючи ризик для прилеглих водотоків.

В ґрунті на відміну від атмосферному повітрі, водах поверхневих водойм наслідки хімічного забруднення виявляються пізніше, але вони більш стійкі й зберігаються довше [4].

Визначення обсягу забруднення ґрунтів у кожному випадку є самостійним завданням через різноманітність геоморфологічних, геологічних та гідрологічних умов. За наявності інформації про кількість (об'єм, маса) забруднюючої речовини, яка проникла у певний шар ґрунту, визначаються площа, глибина просочування.

Ґрунти є однією із центральних ланок під час відновлення територій, які зазнали ракетно-артилерійського ураження. Розробка організаційно-технічного методу визначення небезпеки ґрунту на відновлювальних територіях становить актуальну науково-практичну задачу у сфері забезпечення цивільної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Війна в Україні знищує ґрунти — як врятувати мертві землі. URL: <https://superagronom.com/blog/925-viyna-v-ukrayini-znischuye-grunti--yak-vryatuvati-mertvi-zemli> (дата звернення 10.03.2023 р.)
2. Рашкевич Н. В., Лобойченко В. М., Шевченко Р. І. Мінімізація наслідків екологічної небезпеки території, внаслідок їх вогневого ураження боєприпасами. Матеріали I Міжнародна науково-практична конференція «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій - 2022», 26–27 травня 2022 р., м. Полтава. С. 113–116.
3. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Вибухонебезпечні предмети. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/dovidka-za-dobu> (дата звернення 10.03.2023 р.)
4. Рашкевич Н. В. Фактори впливу на розподіл важких металів у ґрунтового середовищі. Міжнародна науково-практична конференція «Problems of Emergency Situations». Харків: НУЦЗ України, 2022 р. С. 217–218.

ПИТАННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*Рашкевич Н.В.¹, PhD,
Ivanov V.²*

¹Національний університет цивільного захисту України,
²Коледж порятунку Естонської академії безпеки, Естонія

В умовах сьогодення, з урахуванням високої ймовірності виникнення нових викликів і загроз безпеці життєдіяльності, зокрема спричинених агресією РФ проти України, важливою задачею є забезпечення стійкості надання життєво важливих послуг, що пов'язані з надання громадянам тепла, питної води, електрики, водовідведення, утилізації побутових відходів. Саме значне погіршення умов життєдіяльності є ознакою виникнення та (або) поширення надзвичайної ситуації. Відкрита агресія призводить до втрат, пошкоджень, зруйнувань будівель, засобів та об'єктів систем життєзабезпечення.

Основною рисою стійкості складних соціальних систем є поєднання здатності протистояти, відновлюватися й реорганізуватися у відповідь на кризу [1].

До критеріїв стійкості можна віднести: надійність (безперервність), достатність, якість надання послуг населенню; наявність резервів відповідних сил і засобів; рівень готовності забезпечення стійкості в умовах надзвичайної ситуації; використання новітніх технологій у сфері аналізу безпекового середовища, прогнозування ризиків, виявлення загроз.

На основі аналізу інформаційних ресурсів [2, 3], основними проблемними питаннями, які виникають в рамках забезпечення стійкості систем життєзабезпечення, є:

1. Існуюча система теплозабезпечення в Україні не здатна гарантувати громадянам безперервне, безпечне, доступне і якісне опалення. Низька ефективність централізованого тепlopостачання і хаотичний перехід до індивідуального опалення, кризи, які поглиблюються з причин військової агресії, послаблюють енергетичну безпеку, мають негативний вплив на стан довкілля.

2. Існуючий стан систем водопостачання не забезпечує споживачів безпечним, доступним та стабільним питним водопостачанням. Стан характеризується: зруйнованістю систем в населених пунктах; перевантаженістю в західних регіонах; невідповідністю якості та безпечності питної води вимогам придатності для споживання людиною; недостатністю рівня охоплення населення послугами з централізованого водопостачання; високою енергоємністю.

3. Існуючий стан систем централізованого водовідведення не здатний забезпечити доступні для споживачів послуги водовідведення та безпеку навколишнього середовища. Стан характеризується: зруйнованістю в населених пунктах; перевантаженістю в західних регіонах; недостатністю рівня охоплення населення послугами з централізованого водовідведення; низький ступінь очищення стічних вод; високою енергоємністю; відсутністю процесів повторного використання очищених стічних вод та осадів їх очистки.

4. Неefективна система поводження з побутовими відходами не дозволяє реалізувати економічний потенціал вторинного використання ресурсів. Бойові дії та тимчасова окупація зробили неможливим надання послуг з вивезення побутових відходів на певних територіях, при цьому численна кількість засобів та об'єктів поводження з відходами були втрачені, пошкоджені або зруйновані. На обсягах надання послуги позначилися скорочення штату комунальних та приватних підприємств внаслідок мобілізації.

Підвищену занепокоєність серед науковців викликають питання забезпечення безпечним, доступним та стабільним питним водопостачанням [4, 5].

Регіони, територіальні громади, населені пункти, що зазнали агресії РФ, у своїй діяльності для досягнення стійкості систем життєзабезпечення зіштовхуються з ризиками [5]:

- незавершеність військового конфлікту: продовження ведення бойових дій, перебування частини території України під окупацією, висока вірогідність повторних руйнувань на неокупованих територіях, невизначеність рівня безпекових ризиків в середньостроковій перспективі;

- відсутність значної частини актуальних вихідних даних;

- низька інституційна спроможність територіальних громад щодо розроблення та впровадження комплексних управлінських рішень;

- дефіцит кваліфікованих кадрів для розроблення містобудівної документації у значних обсягах і у швидких темпах;

- обмеженість фінансових ресурсів;

- реалізація заходів у найкоротші терміни.

Стійкість системи життєзабезпечення має надзвичайно важливе значення для формування національної безпеки нашої держави. Достатня спроможність й наявність необхідних резервів для реагування на спектр загроз в умовах сьогодення, готовність до співпраці, взаємодії з населенням, сусідніми регіонами та державними органами, міжнародними організаціями є запорукою успіху.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fjäder Christian. The nation-state, national security and resilience in the age of globalisation. *Resilience*. 2014. 2:2. P. 114–129.

2. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://dsns.gov.ua/>

3. Міністерство розвитку громад та територій України. URL: <https://www.minregion.gov.ua/>

4. Вовчук Т., Лобойченко В., Рашкевич Н., Шевченко О., Шевченко Р. Формування інформаційної QR – технології моніторингу стану поверхневих вод на територіях, які постраждали внаслідок бойових дій. *Scientific foundations in research in Engineering: collective monograph / Korniylo I., Gnyr O. – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2022. 709 p. Available at : DOI: 10.46299/ISG.2022.MONO.TECH.2 C. 357–368.*

4. A. Myroshnychenko, V. Loboichenko, M. Divizinyuk, A. Levterov, N. Rashkevich, O. Shevchenko, R. Shevchenko. Application of Up-to-Date Technologies for Monitoring the State of Surface Water in Populated Areas Affected by Hostilities. *Bulletin of the georgian national academy of sciences*. Vol. 16, no. 3. 2022. C. 50–59.

5. Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Будівництво, містобудування, модернізація міст та регіонів України». 2022. 350 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНИХ ТЕПЛОНОСІЇВ В U-ПОДІБНОМУ ГЕОТЕРМАЛЬНОМУ ЗОНДІ

Римар Т.І.¹, к.т.н., доцент,

Станіславчук О.В.², к.т.н., доцент

¹Національний університет «Львівська політехніка»,

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Людство стрімко зосередило свою увагу на використанні альтернативних джерел енергії. Якщо в одних країнах цей процес відбувається вже протягом кількох десятків років, то в інших – тільки набуває поширення. Серед останніх і Україна. Які джерела енергії належать до альтернативних, визначено Законом України «Про альтернативні джерела енергії» [1], яким встановлено засади їхнього використання та сприяння розширенню використання в паливно-енергетичному комплексі нашої країни.

Обираючи для застосування джерело енергії, необхідно зважити його переваги та недоліки для кожного конкретного випадку застосування, враховуючи економічні показники та безпечність для людини та середовища її існування. До кращих альтернативних систем опалення та електропостачання для невеликих будівель відносять: сонячні електростанції, сонячні геліосистеми, вітрогенератори та теплові помпи. Лідерами в цьому переліку є сонячні станції, які ще мають певні недоліки, проте в міру розвитку та модернізації цих систем, усуваються або зменшуються. Сонячні колектори з усіх видів альтернативних джерел є найбільш доступним варіантом, особливо ефективним на об'єктах з великим споживанням гарячої води (наприклад, у харчовій, текстильній, туристичній галузі тощо). Вітрогенератори, як джерела енергії, показали свою нерентабельність там, де електромережа є надійною та працює без перебоїв. Крім цього, існує багато умов щодо встановлення вітряків, а це крім усього іншого, впливає на вартість. Вони також чинять певний негативний вплив на здоров'я людей та живі організми [2].

Все більшого поширення набуває застосування теплових pomp, насамперед для теплопостачання житлових будинків та невеликих будівель, що дає змогу зекономити понад 50 % грошових витрат порівняно з традиційними джерелами енергії. Залежно від виду джерела енергії, який використовуються в теплових помпах («грунт – вода», «повітря – вода», «повітря – повітря», «вода – вода»), вони мають свої переваги, недоліки та рекомендації щодо їхнього застосування.

Основними критеріями, якими керується споживач, обираючи теплову помпу, є: енергоощадність та безпечність, простота конструкції та обслуговування, довговічність тощо. Серед інших чинників, які впливають на ці критерії, є теплоносій та добавки до нього, які призначені для підвищення теплоефективності системи [3–9]. Наприклад, застосування сучасних фреонів, хоч і має певні переваги (висока теплопровідність, пожежобезпечність, термодінамічна стабільність, безпечність для озонового шару, людини та довкілля), проте йому властивий високий потенціал глобального потепління, а високий тиск у контурі за робочих температур вимагає додаткових заходів безпеки щодо герметичності, міцності трубок за рахунок виготовлення їх із міді. Крім цього, сучасні фреони є несумісними з мінеральними оливами [8]. Ще одним напрямком підвищення ефективності роботи теплових pomp є додавання до водяного теплоносія наночастинок сполук різних структурних типів, серед яких найбільш вивченими є NaCl, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂.

Аналіз результатів дослідження впливу наночастинок Al₂O₃ та TiO₂ (у діапазоні концентрацій від 0,1 % до 1,3 %) у водяному теплоносії на теплообмін та потужність

прокачування його однофазного потоку в U-подібному вертикальному колекторі геотермального зонда круглого перерізу системи тепlopостачання показав, що кращі показники енергоефективності мають глиноземні водні нанодисперсії Al_2O_3 . Встановлено, що використання низько-концентрованих водних дисперсій наночастинок Al_2O_3 з 0,1 % об. є достатнім для забезпечення енергоефективності системи тепlopостачання, забезпечуючи мінімальну потужність прокачування на 94,1 % меншу, ніж для води. Важливим є і безпечність Al_2O_3 для людини та навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії»: від 20.02.2003 р. №555-IV. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/555-15#Текст> (дата звернення: 26.02.2023)
2. Станіславчук О. В., Горностай О. Б., Кулина О. С. Екологічні та працевпоронні проблеми використання вітроенергетики. Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства: матеріали І міжнар. наук.-практ. конф. 29–30 лист. 2012 р. Львів : ЛДУ БЖД, 2012. С. 60–63.
3. Arslan U. and Huber H. Characterization of heat transport processes in geothermal systems. *Int J Low-Carbon Technol.* 8. 2013. P. 71–79. URL: <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctt014>
4. Fsadni A. M., Whitty J. P. M., Adeniyi A. A., Simo J., and Brooks H. L. A review on the application of nanofluids in coiled tube heat exchangers. *J Micro Nanomanuf.* 2. 2017. P. 443–465. DOI:10.1007/978-3-319-67132-1_15
5. T. Rymar and M. Kazmiruk Data analysis of the turbulent flow of nanofluids «water- Al_2O_3 » and «water- TiO_2 » in the Slinky collector of the heat pump. 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2022. P. 357–360. DOI: 10.1109/CSIT56902.2022.10000767
6. Rymar T., Kazmiruk M. and Shyika I. The Efficiency of Nanofluid Use in the Heat Supply System of a House with a Geothermal Heat Pump. 2021 IEEE 11th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), 2021 URL: <https://doi.org/10.1109/NAP51885.2021.9568625>
7. Naik B. A. K., and Vinod A. V. Heat transfer enhancement using non-Newtonian nanofluids in a shell and helical coil heat exchanger. *Exp. Therm. Fluid Sci.* 90. 2018. P. 132–142. DOI:10.1016/j.expthermflusci.2017.09.013
8. Kosmadakis G., Neofytou P. Investigating the effect of nanorefrigerants on a heat pump performance and cost-effectiveness. *Thermal Science and Engineering Progress Volume 13*, October 2019, 100371. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2019.100371>
9. Shiravi A. H., Shafiee M., Firoozzadeh M., Bostani H., and Bozorgmehrian M. Experimental study on convective heat transfer and entropy generation of carbon black nanofluid turbulent flow in a helical coiled heat exchanger. *J. Therm. Anal. Calorim.* 2020. DOI: 10.1007/s10973-020-09729-1

УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНИМИ РИЗИКАМИ НА ЖИТЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Рудаков С.В., к.т.н., доцент,

Горбанєв П.О.

Національний університет цивільного захисту України

Пожежна безпека житлових будівель є забезпеченою за виконанням однієї з умов:

1) в повному обсязі виконані вимоги пожежної безпеки, які встановлені державними нормами і пожежний ризик не перевищує встановлених припустимих значень;

2) в повному обсязі виконані вимоги пожежної безпеки, які встановлені нормативними документами з пожежної безпеки.

Для виконання цих умов необхідно, щоб пожежний ризик не перевищував припустимих значень, ця умова виконується шляхом розрахунку пожежного ризику з урахуванням фактичного стану забезпечення безпеки у відповідності з методиками, що затверджені в встановленому порядку.

Згідно [1] визначається нормативне значення індивідуального пожежного ризику в будівлях і спорудах, що не перевищує однієї мільйонної на рік при розміщенні окремої людини в найбільш віддаленій від виходу з будівлі і споруди точці. За оцінкою Державної служби статистики України, станом на 1 січня 2023 року нормативна чисельність загиблих при пожежах не повинна перевищувати 43 людини на рік.

У 2022 році, згідно з офіційно публікується статистичної інформації про пожежі та їх наслідки, в результаті пожеж, що сталися в житлових будинках, загинуло 886 людини, що перевищує нормативний показник більш ніж в 20 разів. Отже, для зниження пожежних ризиків в країні повинна здійснюватися не тільки боротьба з самими пожежами та їх наслідками, а й, в першу чергу, реалізація комплексу заходів, виконання яких дозволило б керувати факторами, які сприяють виникненню пожежі.

Згідно зі статистичною інформацією про пожежі та їх наслідки, в Україні найбільша кількість пожеж реєструється в житловому секторі. Так, за період з 2018 по 2022 роки їх частка від загального числа пожеж, що сталися на території України, склала, в середньому, 70,6 %, а загибель людей при таких пожежах склала 91,4 % від загальної кількості жертв пожеж по країні.

До основних пожежних ризиків будемо відносити такі:

– R1 кількісна характеристика можливості реалізації для людини зіткнутися з пожежею (його небезпечними факторами) за одиницю часу.

– R2 кількісна характеристика можливості реалізації для людини загинути при пожежі протягом року. Приймається з розмірністю: чисельність загиблих при пожежах відносно 100 зареєстрованих пожеж;

– R3 кількісна характеристика можливості реалізації для людини загинути при пожежі протягом року. Приймається з розмірністю: чисельність загиблих при пожежах відносно 100 тис. осіб населення.

З використанням таких кількісних характеристик стає можливим, по-перше, оцінити ймовірність реалізації пожежної небезпеки у вигляді пожежі та, по-друге, оцінити можливі наслідки для людини як відносно кількості зареєстрованих пожеж, так і відносно чисельності населення.

Наведені факти вказують на необхідність проведення додаткових досліджень з виявлення чинників, що впливають на величини пожежних ризиків на об'єктах житлового сектора, в залежності від часу оперативного реагування пожежних підрозділів, термінів експлуатації будівель житлового призначення, фактичного його

стану і оснащення різними засобами системи автоматичного протипожежного захисту, здійснення профілактичних заходів, спрямованих на роз'яснювальну роботу з людьми, а також розробка і застосування регіональних програм по зниженню пожежних ризиків

В результаті проведених досліджень встановлено, що нормативний час оперативного прибуття пожежних підрозділів до місця виклику не робить значного впливу на середні значення ризиків для людини загинути при пожежі.

Більш ніж в 70 % випадків загибель людей при пожежах у житлових будинках відбувається безпосередньо в перші хвилини розвитку пожежі і до прибуття пожежних підрозділів, хоча фактичний час прибуття до місця виклику, в основному, було оперативним і в рамках нормованого чинним законодавством.

Отже, для зниження непоправних втрат від пожеж необхідно, в першу чергу, не оптимізувати і нормувати час прибуття пожежних підрозділів до місця виклику, а забезпечити скорочення проміжку часу від виникнення до виявлення пожежі, на яке і доводиться переважна кількість жертв при пожежах, а це можливо тільки за допомогою оснащення житлових будинків системами автоматичного протипожежного захисту (САПЗ).

У разі підвищення ступеня працездатності засобів САПЗ з поточного показника готовності до роботи за призначенням (36,2 %) і відповідних йому середнім значенням ризиків для людей загинути при пожежах (5,8 осіб щодо 100 реєстрованих пожеж, що практично в 2,5 рази нижче, ніж при пожежах в інших житлових будинках за аналогічний період) до максимально можливого рівня працездатності, збільшення питомої ваги житлових будинків, обладнаних засобами САПЗ, можливо очікувати подальшого зниження середніх значень ризиків загибелі людей при пожежах в житлових будинках.

Таким чином, в результаті дослідження статистичної інформації про пожежі та їх наслідки в житловому секторі та житлових будинках міських поселень, аналізу впливу оперативного часу прибуття до місця виклику пожежних підрозділів, дослідження результативності та ефективності роботи при пожежах засобів САПЗ, а також аналізу житлового фонду і ступеня його фізичного і морального зносу, що відповідає її фактичному стану, були визначені і оцінені ступінь впливу вище перерахованих факторів на середні значення ризиків для середньостатистичного жителя житлового будинку загинути при пожежі.

В результаті дослідження та аналізу нормативно-правової бази регіональних програм з капітального ремонту житлових будинків, обґрунтовано заходи, виконання яких дозволить знизити сучасні значення ризиків загибелі людей при пожежах у житлових будинках, в яких проводяться капітальні ремонти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій. Постанова Кабінету Міністрів від 27 грудня 2017 р. № 1043.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У ПРОЕКТАХ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ВІД ПОЖЕЖ

Рудаков С.В., к.т.н., доцент,

Захаров М.Е.

Національний університет цивільного захисту України

Аналіз статистичних даних УкрНДШЗ [1] свідчить про те, що з-поміж усіх видів надзвичайних ситуацій, найбільшою загрозою для життя людей та втрати матеріальних і природних цінностей, є пожежі. Кількість та наслідки пожеж на території України є набагато вищими порівняно із розвинутими країнами світу. Досвід розвинутих країн світу свідчить про те, вирішення цієї проблеми потребує формування та реалізації регіональних програм протипожежного захисту територій та об'єктів, невід'ємною складовою яких є проекти створення систем протипожежного захисту об'єктів (СПЗО) та ліквідації пожеж (ЛП) у них.

Ефективність реалізації проектів СПЗО і ЛП окремих об'єктів, які є системно взаємопов'язаними між собою, значною мірою залежить від якості прийняття управлінських рішень на етапі їх ініціації. Зокрема, для реалізації управлінських процесів на етапі ініціації проектів СПЗО і ЛП слід мати моделі та методи, які враховуватимуть їх специфіку та ризики, що є визначальними у правильності прийняття управлінських рішень.

Існуючі методології та міжнародні стандарти управління програмами не враховують як особливостей реалізації проектів СПЗО і ЛП, так і ризику їх специфічних складових, які взаємозв'язані між собою. Ефективність ініціації проектів СПЗО і ЛП досягається системністю прийняття управлінських рішень відносно їх реалізації із оціненням та врахуванням ризику. Максимальної ефективності ініціації проектів СПЗО і ЛП можна досягти за правильного оцінення проектного середовища та складових проектів СПЗО і ЛП, яким притаманний специфічний ризик. Зокрема, у проектах СПЗО під час їх ініціації визначальним є пожежний ризик, а у проектах ЛП – ризик виконання дій та використання технічних ресурсів, які зумовлюють правильність прийняття управлінських рішень. Окрім того, для забезпечення своєчасності та якості прийняття управлінських рішень під час реалізації проектів СПЗО і ЛП слід використовувати інформаційні системи, що забезпечить зниження збитків об'єктів від пожеж та втрат пожежно-рятувальних підрозділів під час їх ліквідації, розроблення яких потребує врахування специфіки проектів та їх ризику.

На підставі аналізу стану питання в практиці систем пожежогасіння встановлено, що вони функціонують з надмірними збитками від пожеж, втратами людських та матеріальних ресурсів, що зумовлено неефективним виконанням дій під час ліквідації пожеж.

Щоб змінити такий стан у системах пожежогасіння окремих об'єктів слід системно реалізовувати проекти створення систем протилежного захисту, а ліквідацію пожеж здійснювати з позицій проектно-орієнтованого підходу із використанням методології управління проектами. Аналіз інструментарію для управління ризиками та інформаційних систем підтримки прийняття рішень свідчить про важливість їх для теорії управління проектами та практики їх реалізації, однак використати їх для управління ризиками у проектах створення систем протипожежного захисту та ліквідацію пожеж неможливо, через те що у них не враховуються особливості відповідних проектів.

Запропонована модель оцінювання ризиків у проектах СПЗО враховує стан об'єкта захисту та особливості виконання робіт на ньому, що дає змогу кількісно оцінити ризик за тривірневим розподілом його ймовірностей та значно спрощує моніторинг і управління цими ризиками. Ця модель враховує стан наявних систем протипожежного захисту об'єктів та потребу оцінення екологічного їх ризику, що дає можливість підвищити цінність проектів СПЗО.

Обґрунтований метод ініціації проектів ЛП на основі оцінки ризиків, який базується на обґрунтованих математичних моделях оцінення ризиків їх складових, забезпечує визначення їх кількісного значення із врахуванням стану специфічного перемінного проектного середовища. Для врахування ризику дій на цінність проектів ЛП під час їх ініціації слід розробити інформаційну систему підтримки прийняття рішень, які базуватимуться на розроблених моделях та методах.

Для виконання процесів моніторингу та управління ризиками на стадії ініціації проектів СПЗО міст розроблено метод визначення витрат коштів на матеріальні ресурси, який враховує екологічні ризики та ризиками відмови протипожежних засобів об'єктів з одночасним визначенням додаткових витрат на їх придбання, що дає можливість сформулювати ефективний план дій та потреби у ресурсах для реалізації зазначених проектів.

Розроблений метод кількісного оцінення ризиків у проектах ЛП базується на оптимізаційній моделі, яка дозволяє виконувати моніторинг і управління ризиками відмови основних дій у цих проектах з одночасним визначенням імовірності ризику успішної евакуації людей з осередку пожежі в межах критичного часу пожежі, що забезпечує прийняття управлінських рішень з мінімальним ризиком про залучення необхідної кількості ресурсів (сил і засобів для ліквідування пожежі) і зменшення часу вільного горіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж (pog_stat) за 12 місяців 2022 року. К.: УкрНДЦЗ, 2022. 24 с. URL: http://www.undicz.mns.gov.ua/files/2016/1/20/AD_12_2022.pdf
2. Рудаков С. В., Миргород О. В. Вплив експлуатації житлових будинків на регіональне значення ризиків для жителів зіткнутися з пожежею. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 162–167.
3. Рудаков С. В., Матірко Я. В. Дослідження впливу експлуатації житлових будинків на регіональні значення ризиків для жителів зіткнутися з пожежею. Матеріали 21 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Розвиток цивільного захисту в сучасних безпекових умовах» Київ, 2019. С. 239–241.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЇ ГОТОВНОСТІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Рудаков С.В., к.т.н., доцент,

Сенько В.В., здобувач вищої освіти

Національний університет цивільного захисту України

Готовність пожежно-рятувальних підрозділів до виконання завдань безпосередньо залежить не тільки від наявності підготовленого особового складу, а й від забезпеченості всіма видами необхідних матеріально-технічних ресурсів (МТР), станом пожежної та аварійно-рятувальної техніки (ПтаАРТ), насамперед пожежних чи аварійно-рятувальних автомобілів, що визначають їх технічну готовність. Заходи щодо забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів ПтаАРТ та підтримці її у стані, що забезпечує готовність до застосування, проводяться посадовими особами в рамках технічного забезпечення, що є складовою системи матеріально-технічного забезпечення.

Перед посадовими особами, які приймають рішення щодо технічного забезпечення в рамках забезпечення технічної готовності пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП), гостро постало питання пошуку нових підходів до обґрунтування прийнятих рішень. Велика кількість даних, що циркулюють у системі технічного забезпечення, актуалізує обрану тему в частині управління технічною готовністю пожежно-рятувальних підрозділів на основі отримання, обробки та використання інформації про потребу, наявність та якісний стан мобільних технічних засобів, у тому числі Пта АРТ з урахуванням організаційної структури Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС).

Актуальність обраного напрямку обумовлена необхідністю розробки нових моделей та алгоритмів управління технічною готовністю пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України.

З метою виявлення факторів, що надають негативний вплив на організацію технічного забезпечення, було проведено дослідження причинно-слідчих зв'язків у системі управління технічним забезпеченням. В результаті було встановлено такі фактори, які впливають на організацію технічного забезпечення, а саме:

- методи отримання інформації;
- склад інформації;
- нормативно-правова база, яка безпосередньо визначає склад інформації;
- виконавці;
- органи управління;
- матеріально-технічна база;
- особливості регіону та підрозділи;
- інші фактори.

Зважаючи на те, що деякі фактори дублюються в різних категоріях, відібрано та сформульовано 10 суттєвих факторів, які нині негативно впливають на управління технічним забезпеченням. До таких факторів відносять:

- відсутність об'єктивного підходу до оцінки забезпеченості підрозділів. Як показав аналіз чинних нормативних документів, єдиний підхід до оцінки забезпеченості МТЗ нині відсутній.

- відсутність єдиної номенклатури техніки. (номенклатура техніки встановлюється різними підрозділами ДСНС України;

- відсутність «зворотного зв'язку» від вищого органу управління. Є випадки, коли на надіслані на адресу відповідних органів документи відповідей не надходить, що ускладнює або унеможливує прийняття управлінських рішень;

- велика кількість інформації, що дублюється. На адресу територіальних органів ДСНС України постійно надходять запити від різних структурних підрозділів, які нерідко містять запити по тому самому питанню. Додатково ці запити дублюються структурними підрозділами головних управлінь;

- відсутність зв'язку інформації з практичною діяльністю, яка подається. Окрема запитувана інформація у практичній діяльності територіальних органів та установ не використовується, у зв'язку з чим окремих її облік не ведеться, що у разі надходження запиту, веде до додаткових тимчасових витрат на її збирання та подання;

- відсутність доступу до нормативних правових документів. В даний час єдиний інформаційний ресурс, що містить повну базу нормативних правових актів, що регламентують питання організації технічного забезпечення, у вільному доступі немає;

- відсутність єдиної процедури формування норм забезпечення. Нормативних правових актів, чітко регламентують питання обґрунтування норм забезпечення всіма видами МТЗ немає. Є документи, що регламентують дані питання щодо окремих видів забезпечення (продовольчої, речової служби);

- відсутність необхідного устаткування. У пожежно-рятувальних підрозділах є дефіцит засобів обчислювальної техніки, крім того, є проблеми з постійним доступом до мереж обміну даними «Інтернет»;

- навчання спеціалістів. У зв'язку із скороченням штатних посад фахівців, пов'язаних з організацією технічного забезпечення, відбувається покладання необхідних функцій на посадових осіб, які не мають відповідних компетенцій;

- неоднорідність застосовуваного програмного забезпечення. Ця причина пов'язана з різномірним складом обладнання та відсутністю в ряді підрозділів можливості придбання ліцензійного програмного забезпечення.

Для ранжування зазначених факторів були використані методи анкетування та експертних оцінок.

Реалізацію методу анкетування було здійснено шляхом формування переліку питань. Анкетованим було перераховано 10 факторів і пропонувався відповісти на запитання: «Виберіть найбільш характерні, на Вашу думку, проблеми (фактори), що існують у системі управління технічним забезпеченням», шляхом вибору до 5 варіантів відповіді зі списку.

За результатами анкетування найбільш істотним фактором, що негативно впливає на управління технічним забезпеченням є дублювання інформації. Частка зазначеного чинника у загальному обсязі аналізованих чинників становить понад 20 %. Наступними факторами, частка кожного з яких у загальному обсязі становить понад 10 %, йдуть фактори, пов'язані з розрахунком забезпеченості підрозділів мобільними технічними засобами, відсутністю єдиної номенклатури техніки, відсутністю зв'язку інформації, що подається, з практичною діяльністю та відсутністю єдиної процедури формування норм забезпечення.

Тому, встановлено необхідність розробити схему формування плану МТЗ, склад та строки подання звітних документів, розробити відповідні алгоритми підтримки планування технічного забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів, у тому числі з метою мінімізації впливу зовнішніх та внутрішніх факторів.

ВПЛИВ ВІЙНИ В УКРАЇНІ НА КЛІМАТИЧНУ БЕЗПЕКУ

*Самойленко Н.М., к.т.н., доцент,
Щербина І.М.*

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

У теперішній час вплив війни в Україні на навколишнє середовище повністю не досліджений та не спрогнозовані віддалені його наслідки. Водночас відомі напрямки негативної дії на довкілля, які стають підґрунтям розвитку кліматичної кризи та кліматичних надзвичайних ситуацій. До них відноситься:

1) видобування великої кількості мінеральних енергетичних ресурсів та їх використання у військовій промисловості, а також у пов'язаних з нею галузях, що супроводжується емісією парникових газів, утворенням забруднених скидів, а також продукуванням відходів;

2) проведення військових дій, які завдають шкоди природним екосистемам і негативно впливають на біорізноманіття (лісові пожежі, знищення ландшафтів, представників фауни та флори, порушення умов проживання тварин, птахів);

3) забруднення повітряного басейну, природних вод, ґрунтів в результаті використання військової авіації, бронетехніки, ракетних комплексів, артилерії та пошкодження при ударах промислових, інфраструктурних та цивільних об'єктів;

4) негативна дія на морські екосистеми військових кораблів, що супроводжується вибухами та скидом рідких і твердих відходів у море.

Певний негативний вплив на довкілля спричиняється використанням військової зброї у навчальних центрах та на полігонах. Неможливість безпечного управління відходами під час війни стає причиною додаткового забруднення довкілля внаслідок несанкціонованих звалищ, скидання відходів у водойми та ін. Також у цьому контексті слід розглядати забруднення довкілля відходами руйнації, кількість яких сягає близько 10–12 млн тонн [1].

Наслідки війни щодо зміни клімату безпосередньо пов'язуються з повоєнним періодом, коли при відновленні країни постане потреба у будівництві та реконструкції житлових і промислових споруд, об'єктів інфраструктурного, культурного та іншого призначення.

За даними [2], визначеними за 7 місяців війни, загальна емісія діоксиду вуглецю складає 97,286 т і стосується наступних секторів: переміщення біженців (1,397 т), бойові дії (8,855 т), пожежі (23,764 т), реконструкція цивільної інфраструктури (48,670 т), виток з газопроводів Nord Stream 1 та 2 (14,600 т). При цьому всі потенційні джерела викидів парникового газу не розглядаються.

Таким чином, ситуація, що склалася, у теперішній час та у повоєнний період передбачає необхідність активних дій по відновленню та збереженню довкілля, які стосуються і кліматичних питань. При цьому глобальність створених проблем потребує для їх вирішення як внутрішніх резервів держави, так і залучення міжнародної спільноти.

Проведення внутрішніх заходів із запобігання кліматичної небезпеки в країні обмежується військовим станом та невизначеністю багатьох чинників, які потрібні для їх розробки, обґрунтування, реалізації та регулювання. Водночас в певному обсязі здійснюється моніторинг стану елементів довкілля і, в першу чергу, повітряного басейну, що у тому числі передбачає оцінку його забрудненості діоксидом вуглецю. В умовах призупинення діяльності нафтопереробної сфери, основними джерелами метану як парникового газу залишаються полігони твердих побутових відходів та звалища.

Останні виникають стихійно, потребують виявлення, моніторингу та належного управління. У подальшому, у повоєнний період, моніторингові дані стануть одним із основних чинників для проведення виваженого планування та реалізації заходів з охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Очевидні негативні екологічні наслідки війни в Україні вказують на необхідність об'єднання міжнародної спільноти для вирішення проблем кліматичної екобезпеки у світі. Паризька кліматична угода передбачає регулювання заходів щодо зменшення викидів діоксиду вуглецю як загрози зміни клімату в контексті сталого розвитку та подолання бідності. Водночас в угоді не визначаються положення щодо загрози зміни клімату, що викликається війнами, а також не розглядається облік утворених викидів та пов'язаних з ними компенсацій. Тому об'єктивною необхідністю на сьогодні є об'єднання держав по розширенню діяльності щодо зміни клімату у період війн та у повоєнний час.

Державний підхід з вирішення екологічних проблем та проблем кліматичної безпеки орієнтується на запровадження інноваційних підходів до розвитку промисловості, енергетичного сектору, інфраструктури та інших секторів, необхідних для задоволення потреб суспільного життя. Значна увага приділяється функціонуванню паливно-енергетичного комплексу, що найбільш суттєво впливає на зміну клімату та є основним джерелом утворення парникових газів. Постає невідкладна задача щодо відновлення втрачених енергетичних потужностей сонячних електричних станцій та подальший активний розвиток сонячної і вітрової енергетики з урахуванням кліматичних особливостей територій країни.

Дієвим заходом зі збереження енергії та боротьби зі змінами клімату є застосування зелених стандартів сталого будівництва, критерії, вимоги та системи сертифікації яких надають можливості досягнення комплексної екологічної безпеки. У розвинених країнах для цього, наприклад, використовуються: керівництво в енергетичному та екологічному проектуванні LEED, методи екологічної експертизи BREEAM та оцінки ефективності екологічно чистих будівель SB-Tool і ін. Наближення до вимог даних норм при здійсненні забудови в Україні буде суттєвим заходом по попередженню зміни клімату. Підвищенню кліматичної безпеки забудованого простору в Україні сприяє існуюча законодавча та нормативна база, яка регулює реалізацію стратегії країни щодо комплексної термомодернізації будівель.

Загальним принципом у відбудові промисловості та інших секторів економіки держави є запровадження найкращих із доступних технологій і практик, що у тому числі орієнтовані на декарбонізацію та збереження мінеральних ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міндовкілля: Відходи руйнації в Україні вже можна порівняти з кількістю твердих побутових відходів, що в середньому утворюються в країні за рік. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/mindovkillia-vidkhody-ruinatsii-v-ukraini-vzhe-mozhna-porivniaty-z-kilkistiu-tverdykh-pobutovykh-vidkhodiv-shcho-v-serednomu-utvoriuiutsia-v-kraini-za-rik> (дата звернення: 15.02.2023)

2. Climate damage caused by Russia's war in Ukraine. By Initiative on GHG accounting of war. Lennard de Klerk et al. URL: <https://climatefocus.com/wp-content/uploads/2022/11/ClimateDamageinUkraine.pdf> (дата звернення: 15.02.2023)

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Самсонкін В.М., д.т.н., професор,

Соловійова О.С., аспірант

Державний університет інфраструктури та технологій

Забезпечення стійкості перевізного процесу та запобігання надзвичайним ситуаціям (НС) є актуальним завданням для залізничного транспорту. Це обумовлено тим, що НС створюють серйозні ризики техногенного характеру для працівників залізничного транспорту та населення, що проживає на прилеглих територіях. Виходячи з цього, необхідно дослідити інноваційні технічні рішення, які дозволять досягти максимального інтегрованого ефекту для безпеки залізничного транспорту.

Цифрова трансформація транспортної галузі передбачає масштабне перетворення технологічних та організаційних процесів шляхом використання цифрових технологій, що спрямоване на підвищення ефективності організації руху та управління єдиним перевізним процесом при безумовному забезпеченні його безпеки [1]. Реалізація цифрової моделі в управлінні дозволяє враховувати адаптивні можливості транспортної системи (підсистеми), які, у свою чергу, дозволять швидко та гнучко реагувати на зміни в системі та забезпечувати високу швидкість ухвалення рішень на основі збалансованої оцінки можливих ризиків, що досягається за рахунок використання різних інструментів та механізмів цифровізації.

Варто зазначити, що цифровізація визначається станом готовності та мотивацією того чи іншого аспекту діяльності залізничного транспорту України, а також сформованим потенціалом автоматизації та інформаційних технологій.

Основними інструментами цифрової трансформації транспортних систем є хмарні технології, технології розподіленого реєстру, великі дані, концепція інтернету речей, технології доповненої та віртуальної реальності, штучного інтелекту, адитивні технології та деякі інші, бо цифрові технології це нова галузь знань, яка постійно розвивається [2].

У транспортній галузі завдяки можливості об'єднання різних сучасних цифрових технологій та інженерних рішень широкого поширення набувають інтелектуальні транспортні системи, які включають моделювання транспортних потоків, інформаційні системи та системи управління рухом транспорту. Розуміння сутності інтелектуальних транспортних систем визначає ключові цілі щодо їх розробки та впровадження, до яких можна віднести:

- забезпечення більшої інформативності та безпеки руху;
- створення та забезпечення принципово нового рівня цифрової та інтелектуальної взаємодії всіх учасників дорожньо-транспортного руху.

З метою запобігання НС на залізничному транспорті, необхідним є впровадження та розвиток інтелектуальної підсистеми управління безпекою на залізничному транспорті, що передбачає використання цифрових технологій. На рис.1 надана концептуальна схема підсистеми управління безпекою руху на залізничному транспорті. Враховуючи сучасний стан українських залізниць, актуальними механізмами запобігання НС можуть стати використання останніх досягнень розвитку глобальних навігаційних систем та інформаційно-телекомунікаційних засобів. У контексті розвитку глобальних навігаційних систем на залізничному транспорті можна сформулювати три перспективні завдання науково-технічного розвитку з метою запобігання НС та, відповідно, забезпечення безпеки руху: супутникові технології моніторингу стану колії,

а також об'єктів залізничної інфраструктури у смузі відведення; супутникові технології моніторингу потенційно небезпечних об'єктів та великих штучних споруд; технології комплексної обробки супутникових навігаційних даних та матеріалів зйомки за місцями підвищеного ризику та виникнення НС.

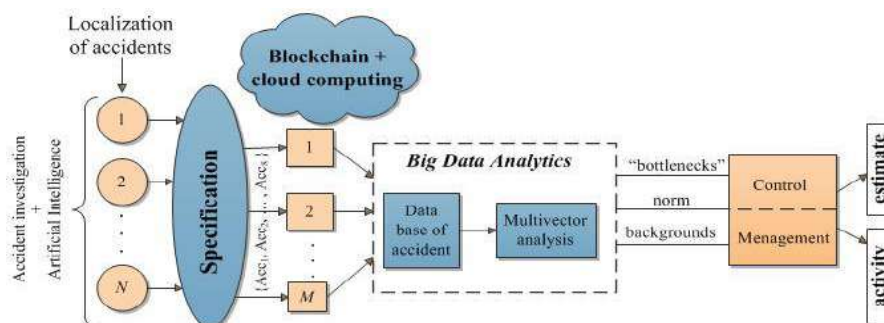


Рис. 1. Концептуальна схема підсистеми управління залізничним транспортом з використанням цифрових технологій.

Щодо інформаційно-телекомунікаційних засобів, тут варто відзначити актуальність та ефективність бездротових сенсорних мереж. Основне завдання WSN (Wireless Sensor Network – Бездротові сенсорні мережі) полягає в організації мережі сенсорів з використанням великої кількості відносно простих датчиків замість традиційного підходу, який передбачає розміщення кількох дорогих та складних модулів зондування.

Варто зазначити, що реалізація запропонованої інтелектуальної підсистеми має також враховувати комп'ютерні технології, елементи штучного інтелекту, бортові цифрові системи безпеки, цифрові елементи діагностики систем сигналізації [3], інформаційне забезпечення підтримки прийняття керівних рішень у реальному часі при виникненні позаштатних або надзвичайних подій.

Таким чином, цифрова інтелектуальна підсистема безпеки сприятиме запобіганню надзвичайних ситуацій, а також дозволить підвищити надійність, ефективність та безпеку експлуатації залізничного транспорту України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Samsonkin V., Goretskyi O. Control Technology of Railway Traffic Safety: A System Approach and Digitalization. TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology : proceedings of the International Conference TRANSBALTICA, Vilnius, Lithuania. May 2-3. 2019. Vilnius, Lithuania, 2019. P. 633–638. DOI: 10.1007/978-3-030-38666-5_66
2. Самсонкин В. Н. и др.. Дорожная карта цифровой трансформации железнодорожной отрасли Украины. Киев : АППАУ, 2019. 27 с.
3. Samsonkin V., Sotnyk V., Yurchenko O., Zmii S., Myronenko V., Soloviova O. Devising a methodology to manage the performance of technical tools of rail transport signaling systems based on the risks of their functioning. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. № 6/3 (120). P. 32–43. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.268715

МЕТОДИКА ЗАПОБІГАННЯ КРИЗОВИМ СИТУАЦІЯМ НА ОСНОВІ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ПРИКЛАДІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Самсонкін В.М., д.т.н., професор,

Юрченко О.Г., к.т.н., доцент,

Мироненко В.К., д.т.н., професор,

Соловійова О.С.,

Булгакова Ю.В., к.т.н., доцент

Державний університет інфраструктури та технологій

Протягом останніх 3–4 років світ переживає період постійних надзвичайних ситуацій, починаючи з епідемії COVID-19 й, закінчуючи війною в Україні, та пов'язаними з цими подіями потоками біженців. Добре відомо, що краще запобігати, ніж ефективно реагувати на надзвичайні ситуації.

В основі пропонованого в цій роботі методики запобігання лежать два теоретичні підходи: (а) метод виявлення прихованих статистичних закономірностей, який в сучасному стані сформувався при виконанні проєкту ERAZMUS+ «Інжиніринг криз та ризиків у сфері транспортних послуг/ Crisis and Risks Engineering for Transport Services» (CRENG) № 598218-EPP-1-2018-1-PL-EPPKA2-SBHE-JP [1]; (б) процес управління ризиками [2] та його запобігання для залізничного транспорту [3]. Для визначення понять кризова та надзвичайна ситуація використана класифікація [4].

Методика запобігання кризовим ситуаціям (МЗК) для залізничного транспорту базується на таких принципах:

(1) інформаційна основа – це база зареєстрованих статистичних даних (БД) про транспортні події (катастрофи, аварії, інциденти), збої та вихід з ладу технічних засобів, помилки персоналу, які можуть призвести до кризових ситуацій;

(2) систематизація записів БД за дев'ятьма параметрами, наданих у табл. 1.

Таблиця 1. Параметри систематизації

Позначення параметру	Відповідна інформація у БД
1. ЩО	Подія відмови, яка відбулася відповідно класифікатору подій
2. КОЛИ	Час події: година, день тижня, робочий/ неробочий час
3. ДЕ	Локалізація або місце подій
4. ЧОМУ	Причина подій відповідно класифікатору причин
5. ЯК	Передумови або базові причини подій
6. НАВІЩО	Мотивація людини-винуватця: навмисно/ ненавмисно
7. НАСЛІДКИ	До чого привели порушення безпеки руху
8. ХТО	Винуватець порушення: ШЧ/посада/прізвище
9. КОМУ	Кому надано втрат: організація/фізична особа/залізниця

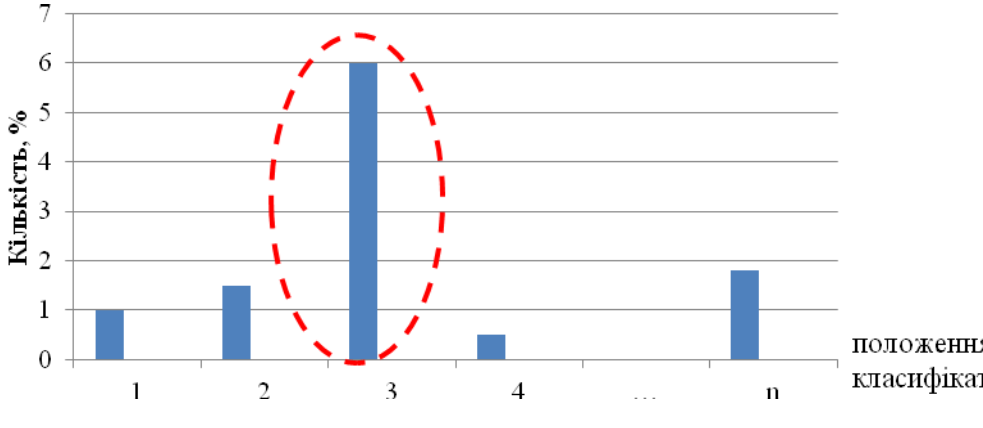
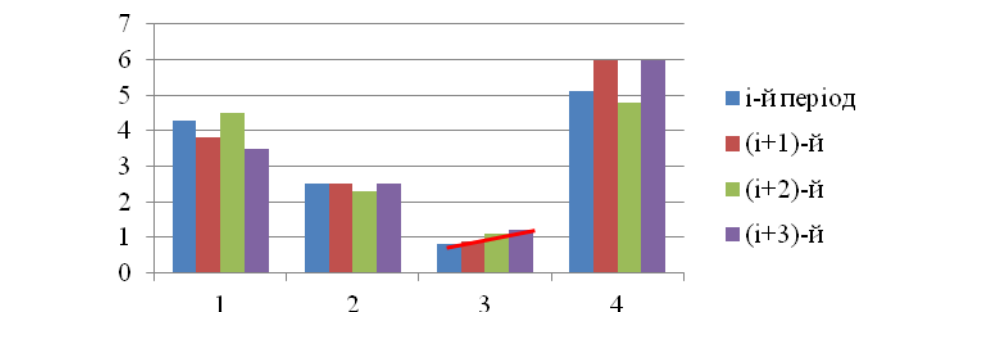
Перетворення вихідної БД за параметрами систематизації.

(3) ланцюжок причинно-наслідкових зв'язків виглядає таким чином:

ЯК → ЧОМУ → ЩО → НАСЛІДКИ

(4) критичні ризики слід шукати у просторі ЯК, що знаходяться у площині організації транспортних процесів. Ознаки критичних ризиків надані у табл. 2.

Таблиця 2. Візуальні ознаки критичних ризиків

Ознака	Уявлення ознаки з графічних представлень аналізу змін параметрів систематизації за час, представлений у БД
1	 <p>Кількість, %</p> <p>положення класифікатору</p>
2	 <p>Кількість, %</p> <p>і-й період (i+1)-й (i+2)-й (i+3)-й</p>

(5) керівне рішення – дорожня карта управління критичними ризиками.

Застосування запропонованої методики запобігання кризовим ситуаціям на прикладі залізничного транспорту, дозволить визначити критичні причини та оперативно розробити управлінське рішення в обмежених умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Самсонкін В. М., Ніколаєнко І. В., Булгакова Ю. В. та ін. Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг. Колективна монографія. Київ: Талком, 2021. 312 с. ISBN 978-617-8016-10-4

2. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (ДСТУ ІЕС/ISO 31010: 2013). URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>

3. Про затвердження Положення про систему управління безпекою руху на залізничному транспорті, Наказ Міністерства інфраструктури України № 842 (2020) (Україна). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0351-21#Text>

4. Волянський П. Б. Методологічні підходи до управління ризиками в процесі ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Інвестиції: практика та досвід. 2013. № 13. С. 134–136.

5. Samsonkin V. et al. Devising a methodology to manage the performance of technical tools of rail transport signaling systems based on the risks of their functioning. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 6, № 3 (120). P. 32–43. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268715>

ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛІВ

Самченко Т.В.¹, PhD,
Ратушний О.В.¹,
Нуязін О.М.², к.т.н, доцент

¹Інститут державного управління з наукової роботи цивільного захисту,
²Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

У процесі досліджень визначено, що температурний режим пожежі у кабельних тунелях з різними розмірами, аеродинамічними показниками та пожежним навантаженням, а також залежність температурного режиму пожежі від зазначених параметрів. При 10 прокладених кабельних лініях та пожежному навантаженні 2247 МДж/м² максимальна температура перевищувала 1200 °С, при 1 лінії та пожежному навантаженні 224,7 МДж/м² – 500 °С. При найменшій, відповідно до вимог нормативних документів, площі поперечного перерізу тунелю та зменшенні швидкостей повітряних потоків температура всередині зростає на 50 % швидше, у порівнянні з середніми параметрами. Крім того, надлишок свіжого повітря знижує температуру горіння на 50–70 °С, хоч а і сприяє швидшому розповсюдженню пожежі вздовж кабельних ліній.

Була розроблена та описана методика розрахункової оцінки вогнестійкості огорожувальних конструкцій кабельних тунелів [1–3].

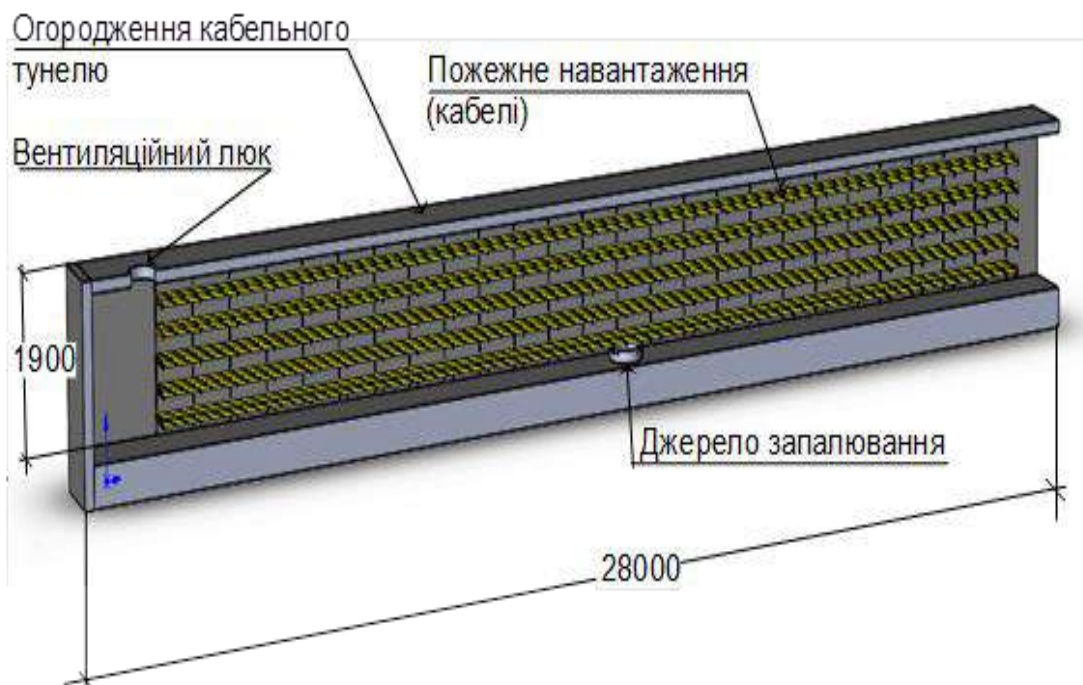


Рис. 1. Конструктивна схема фрагменту кабельного тунелю.

З цією метою було досліджено прогрів залізобетонних конструкцій під час пожежі у кабельному тунелі на основі визначених при повному факторному експерименті температурних режимів пожежі. Також було сформовано рекомендацій щодо застосування запропонованого підходу щодо розрахункової оцінки вогнестійкості

огороджувальних конструкцій кабельних тунелів. У процесі роботи доведено, що огороджувальні конструкції при впливі температурного режиму пожежі, розрахованого за усереднених параметрах, завтовшки 60 мм і більше відповідають класам вогнестійкості EI 30, EI 45, EI 60, що робить їх придатними до використання при найбільш жорстких вимогах щодо їх вогнестійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боїшко Ю. Ю., Мовчун Є. С., Нуянзін О. М. Моделювання тепломасообміну випробувань на вогнестійкість будівельних конструкцій. Всеукраїнська науково-практична конференція курсантів і студентів «Пожежна та техногенна безпека: наука і практика». Черкаси: ЧПБ НУЦЗУ: 15–16 травня 2018 р. С. 5–6.
2. Nuianzin O., Samcnenko T., Nesterenko A. Studying the dynamics of temperature change in the under suit space of the rescuer. Scientific Journal «Kwartalnik Policyjny». Warsaw: Centrum Szkolenia Policji, 2018. № 2 (45). P. 55–58.
3. Nuianzin O., Nesterenko A., Samchenko T. et al. Study of the Heat and Mass Transfer in Special Furnaces During Fire Resistance Tests of Building Construction. Wood & Fire Safety: Proceedings of the 9th International Conference on Wood & Fire Safety 2020. Springer Nature, 2020. С. 179–184.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАХИСНИХ КОНТЕЙНЕРАХ ПРИ ДЕТОНАЦІЙНОМУ ВПЛИВІ

Світлична С.Д., к.т.н, доцент

Національний університет цивільного захисту України

В останні роки зросла потреба в портативних захисних контейнерах, здатних витримувати детонаційний вплив. До подібних конструкцій висувається цілий ряд вимог. Основні з них можна сформулювати так: висока міцність конструкційного матеріалу, відносно мала вага, компактність конструкції, можливість багаторазового використання. Ці вимоги диктують необхідність створення необхідної конструкції з матеріалів, що мають досить високу міцність при заданій вазі.

Основні дослідження з цього питання були спрямовані на вирішення задачі у рамках лінійної теорії Тимошенко методом скінченних елементів [1–2]. Однак характер розвитку зон пластичних деформацій при динамічному навантаженні з урахуванням різних факторів, що супроводжують процес деформування, досліджено недостатньо повно.

Подальше вивчення цього питання потребує спільного теоретико-експериментального дослідження [3–4]. Звичайно, експериментальні дослідження в цій галузі вкрай трудомісткі і вимагають значних фінансових витрат. Тому доцільно розв'язання поставленої задачі почати з математичного моделювання, а потім шляхом чисельного експерименту визначити набір вимог до матеріалу контейнера. Дана робота присвячена математичному моделюванню динамічних деформаційних процесів у конструкції захисного контейнера внаслідок внутрішнього детонаційного навантаження.

Метою даної роботи є створення адекватної реальному процесу математичної моделі, яка максимально враховує складний фізичний характер деформування. Пропонується захисний контейнер розглядати як оболонку обертання, що складається із трьох частин. Перша частина – замкнена циліндрична оболонка. Друга та третя – напівсферичні днища. Припускаємо, що оболонка замкнена, а отвір люка істотно не впливає на її властивості міцності. Така геометрія завдання призводить до необхідності окремого вивчення поведінки циліндричної та сферичної частин.

У вузлах стикування є обов'язковим дотримання умов сумісності переміщень та деформацій. Симетрія конструкції дозволяє спростити розв'язання задачі за рахунок розгляду лише однієї із сферичних оболонок. Таким чином, у площині кола стикування напівсфери з циліндром задаємо початок координат – точку O . З точки O проводимо циліндричні координати (r, φ, z) та сферичні (r, φ, θ) так, щоб вони утворювали "праві трійки" і вісь z збігалася з віссю обертання складової оболонки.

Рівняння для компонентів вектора переміщень записуються в рамках теорії Тимошенко для оболонок та пластин окремо для циліндричної частини оболонки та для сферичної. Значення модулів пружності для матеріалу конструкції визначаються експериментально з урахуванням зміни фізичних характеристик у процесі деформування [5]. Параметри детонаційного навантаження також визначаються експериментальним шляхом [4].

Система рівнянь, доповнена початковими та граничними умовами, дозволяє визначати поле переміщень конструкції, при цьому деформаційний процес може протікати як у пружній, так і пластичній стадії.

Подальше математичне моделювання задачі проводиться з урахуванням того, що під дією детонаційного навантаження в матеріалі розвиваються зони пластичного

деформування з можливим утворенням адіабатичних смуг зсуву. Рішення зводиться до визначення інтенсивності деформацій, а далі визначається інтенсивність напруження з урахуванням отриманих експериментально динамічних характеристик матеріалу.

Потім розв'язання задачі проводиться чисельними методами. Як приклад було розглянуто сталеву складову оболонку. Один сферичний купол жорстко закріплений, інший розглядався як шарнірна опора. Визначалося: напружено-деформований стан складової конструкції, зони максимального напруження, швидкість межі зони навантаження, що рухається, в момент досягнення оболонки. Оцінювалася міцність оболонки. Максимальна інтенсивність напружень спостерігалася в центральній частині конструкції та в перерізах закладення циліндричної оболонки зі сферичними куполами. Результати досліджень дають можливість визначити рівень динамічного навантаження, при якому максимальні інтенсивності напружень не перевищують допустимих.

Проведені чисельні дослідження встановили той факт, що найбільша ймовірність руйнування конструкції при деформації – у місці з'єднання її складових частин або в середині системи. Тому подальші дослідження необхідно направити на пошуки оптимальних розмірів конструкції, що забезпечують її повноцінне функціонування.

Запропонований метод дозволяє оцінити динамічну міцність та прогнозувати цілісність складової оболонки під дією внутрішнього детонаційного навантаження. Характерною особливістю запропонованого методу є урахування впливу швидкості деформації та температури під час пластичного деформування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Воробьев Ю. С., Колодяжный А. В., Севрюков В. И., Янютин Е. Г. Скоростное деформирование элементов конструкций. К.: Наук, думка. 1989. 192 с.
2. Воробьев Ю. С., Чернобрышко М. В. Об особенностях моделирования ударно-импульсного нагружения оболочек и пластин. Механіка та машинобудування. 2006. № 1. С. 39–45.
3. Чернобрышко М. В., Воробьев Ю. С. Скоростное деформирование защитных конструкций под действием локальных импульсных нагрузок. Методи розв'язування прикладних задач механіки деформівного твердого тіла. 2012. Вип. 13. С. 406–412.
4. Chernobryvko M. V., Vorobyov Y. S, Kruszka L. Method to Analyze the Effect of the Shock-Wave Loading on Building Elements. International Journal of Protective Structures. 2012. Vol. 3. № 2. P. 141–146.
5. Johnson G., Cook W. Fracture characteristics of three metals subjected to various strains, strain rates, temperatures and pressures. Engineering Fracture Mechanics. 1985. Vol. 21. № 1. P. 31–48.

ПАНЕЛІ СТІНОВІ ІЗ КАРКАСОМ ЗІ СТАЛЕВИХ ТОНКОСТІННИХ ХОЛОДНОФОРМОВАНИХ ПРОФІЛІВ: МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ

Семко В.О.¹, д.т.н. професор,

Гранько О.В.², к.т.н.,

Арох Р.², к.т.н., доцент

¹Познанська Політехніка, Польща,

²Словацький технічний університет, Словаччина

В результаті війни в Україні, а саме її активної фази, що розпочалась 24 лютого 2022 року станом на 1 червня 2022 [1] пошкоджено біля 116000 об'єктів, з них 12300 багатопверхових будинків. Незначних пошкоджень зазнали 3800 багатоквартирних будинків. Детальної інформації про технічні параметри пошкоджень не наводиться, що є очевидним за умов незакінчених бойових дій. Незважаючи на бойові дії, що тривають в країні, вже є програми, щодо відновлення пошкоджених будинків. Наприклад, програма «Відновидім» [2] від Фонду енергоефективності, яка направлена на фінансування будівельних робіт з відновлення житлових будівель об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) пошкоджених внаслідок військової агресії російської федерації проти України. Для відновлення частково пошкоджених будинків доцільно використовувати технічні рішення, що дозволять їх швидку реалізацію. В той же час з 1.06.2023 року в Україні вступає в дію ДСТУ 9194 [3], який регламентує використання панелей стінових із каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих профілів (надалі – ПСК). Використання таких панелей, є одним з шляхів швидкого та надійного відновлення пошкоджених будинків, а саме будинків з залізобетонних панелей, каркасних будинків, що мають існуючі навісні залізобетонні панелі. Заміна зруйнованих залізобетонних стінових панелей на ПСК дозволить виготовити та встановити таку панель в найкоротші терміни, без залучення важкої підйомної техніки, в умовах щільної міської забудови. Застосування таких панелей не призводить до збільшення ваги стінової конструкції (на відміну від закладання цього проїому цеглою або бетонними блоками), створює каркас, що зв'язує існуючі залізобетонні панелі. Також дане рішення є енергоефективним, що додатково підвищує комфорт після ремонту пошкодженого приміщення.

Доцільність використання ПСК для відновлення пошкоджених будівель можна встановити проаналізувавши наявні пошкодження будинків. Для даного аналізу було створено вибірку з 282 фотографій пошкоджених будинків, що були знайдені у відкритих джерелах (новинні сайти, телеграм канали тощо). До вибірки будинків не потрапили будинки, які мали ознаки повного руйнування, а також будинки із незначним рівнем пошкодження огорожувальних конструкцій (вбиті вікна та двері, пошкоджені теплоізоляційні оболонки, сліди локальних пожеж тощо). В аналізі приймали участь лише будинки, що зазнали механічних пошкоджень стінових конструкцій. Не були включені до вибірки промислові будинки, але потрапили декілька споруд з подвійною функцією – склади-магазини. Всі фотографії були зроблені та опубліковані у відкритих джерелах до 1.09.2022 року.

По кожному знайденому знімку було виконано аналіз, що мав на меті встановити наступні параметри будівлі:

1. Рік зведення (збудована до 1945 року, в періоди: 1945-1965 рр, 1965-1980 рр.; 1980-1995 рр.; 1995-2010 рр.; після 2010 року).
2. Конструктивна схема: повний каркас, неповний каркас або безкаркасна.

3. Матеріал стінових конструкцій: залізобетонні стінові панелі, залізобетонні об'ємні блоки; цегла; легкі бетонні блоки; сталеві панелі; скляні панелі та бетонні великорозмірні блоки.

4. Утеплення: відсутнє; зовнішнє з штукатурним оздоблювальним шаром; вентильований фасад з утеплення; колодязна кладка.

5. Кількість поверхів.

6. Призначення будинку: житло, громадська будівля чи комерційна (склад-магазин, торговельний центр тощо).

7. Тип пошкодження: локальне (отвір від снаряду в стіні, руйнування або відсутність стінової панелі або блоку, відсутність фрагменту стіну тощо); руйнування частини будинку (частково руйнування не менше ніж двох компонентів несучих конструкцій, наприклад: стіни та перекриття); повне руйнування (варто відмітити, що повністю зруйновані будинки в огляд не включалися, але дана категорія виявилась потрібною для віднесення до неї декількох будинків технічний стан яких після детального вивчення фотографій можна було класифікувати як аварійний, що потребує саме негайного демонтажу).

8. Метод відновлення: локальне підсилення, заміна елемента чи перебудова – локальне відновлення; перебудова частини будинку (поверху, секції тощо); повний демонтаж).

9. Висновок про можливість використання для відновлення пошкодженої будівлі панелей ПСК.

10. Спосіб застосування ПСК (за позитивного висновку п.9): одиночна панель; система панелей.

Проаналізувавши пошкодження будинків, які можливо відремонтувати, нами було встановлено, що 12% із загальної кількості пошкоджених будинків можна відновити за допомогою окремих панелей ПСК (5%) або систем з панелей ПСК (7%). Всього 33 будинки. З них: 15 будинків – 1965-1980 років побудови, 9 – збудовані після 2010 року, 8 – 1980-1995 рр. побудови; 21 будинок має великопанельні залізобетонні стіни; 8 будинків – стіни із легкобетонних блоків, решта 4 будинки – сталеві навісні, цегляні та бетонні з великих блоків; 15 будинків – безкаркасні, 14 будинків – каркасні, 4 – з неповним каркасом.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що стінові панелі з каркасом із сталевих тонкостінних холодноформованих елементів можна використовувати для відновлення пошкоджених та відсутніх панелей в будинках з великопанельними залізобетонними стінами, а також для каркасних будинків із навісними залізобетонними панелями (будинки шкіл, дитячих садків тощо) та каркасних будинків із стіновим заповненням із легких бетонних блоків.

Основні вимоги до виготовлення та монтажу стінових панелей з каркасом із сталевих тонкостінних холодноформованих елементів викладені в ДСТУ 9194:2022 [3], ЕТА 13/0312 [4] та можуть безпосередньо застосовуватися для реконструкції та ремонту каркасних будинків.

Виходячи з складності конструктивного розрахунку панельних будинків в цілому та непередбачуваності можливих пошкоджень внаслідок військових дій, рекомендується кожному будівлю розглядати як унікальну споруду і приймати рішення про той чи інший тип підсилення на основі впливу на її роботу пошкоджень отриманих під час експлуатації та військових дій.

ЛІТЕРАТУРА

1. URL: <http://tiny.cc/j0b4vz>
2. URL: <https://sites.google.com/view/programa-vidnovidim-ukr>

3. ДСТУ 9194:2022. Стінові панелі з каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів. Вимоги до виготовлення та монтажу.

4. European Technical Assessment ETA 13/0312. Kits for KNAUF external wall systems WM111C, WM211C, WM311C, WM411C, WM111G, WM211G, WM311G, WM411G. Validity: 14.01.2022.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

*Сенчихін Ю.М.¹, к.т.н., професор,
Дендаренко Ю.Ю.², к.т.н., доцент*

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Незважаючи на розвиток атомної індустрії, удосконалення підходів до пожежної безпеки атомних електростанцій (АЕС) пожежі продовжують траплятися і сьогодні.

На Південно-Українській АЕС в Україні 16 січня 2015 р. спалахнув автотрансформатор зв'язку. Найімовірніше, відбулося це через розгерметизацію бака з подальшою течією мастила та його загоряння від електричної дуги короткого замикання.

На АЕС Indian Point Energy Center у США 9 травня 2015 р. сталася пожежа, спричинена несправністю ізоляції у трансформаторі. Внаслідок пожежі суміш мастила, води та піни потрапила в річку Гудзон.

На АЕС Flamanville Nuclear Power Plant у Франції 9 лютого 2017 р. через механічні проблеми, почав перегріватися і загорівся вентилятор, а далі стався вибух водню.

На АЕС Bugey Nuclear Power Plant у Франції 19 червня 2017 р. пожежа розпочалася після операції технічного обслуговування через те, що персонал працював на даху з паяльною лампою.

Найбільш поширеними причинами пожеж на АЕС у порядку зменшення частоти пожежі є:

- витікання мастил та розливи нафти (включаючи пожежі дизельних генераторів, насосів, пожежі, спричинені потраплянням мастила у гарячі труби);
- витікання та вибухи водню (водень присутній як частина реакторної хімії);
- операції зварювання та різання;
- електричні несправності у розподільних пристроях, вимикачах, вимірювальній апаратурі, трансформаторні несправності, кабель та кабельні з'єднання;
- помилки персоналу.

Вплив перелічених вище пожеж на стан активної зони реактора оцінити складно, але зрозуміло, що в тій чи іншій мірі вони зачіпають системи безпеки станції в нормальних і аварійних умовах. Тому протипожежний захист АЕС зрештою має забезпечувати функціонування систем, необхідних для того, щоб здійснити: зупинку реактора (припинення ланцюгової реакції розподілу); залишкове охолодження активної зони.

Це досягається на основі трьох процедурних елементів концепції протипожежного захисту, а саме:

1) запобігання виникненню пожеж; експлуатація станції та всі роботи з її модифікації повинні бути такими, щоб звести до мінімуму ймовірність виникнення пожежі;

2) у разі виникнення пожежі його швидке виявлення та гасіння: раннє виявлення гарантує, що сигнал «пожежа» з'явиться на пульті управління якомога раніше, що збільшує ймовірність його успішного гасіння, а також мінімізує пошкодження станції;

3) забезпечення захисту конструкцій та систем, необхідних для безпечного відключення реактора у разі, коли не вдається швидко виявити та загасити пожежу; це досягається наявністю пасивних бар'єрів протипожежного захисту для обмеження

розповсюдження вогню, а також наявністю підготовленої пожежно-рятувальної служби поблизу АЕС.

Ця концепція реалізується в сучасних документах, які висувають загальні вимоги до пожежної безпеки АЕС. Згідно з правилами [1] АЕС задовольняє вимогам пожежної безпеки, якщо:

- радіаційний вплив на персонал, населення та довкілля у разі пожежі не призведе до перевищення встановлених доз опромінення персоналу та населення, нормативів щодо викидів та скидів, вмісту радіоактивних речовин у навколишньому середовищі [2];

- реалізовано захист персоналу від впливу небезпечних факторів пожежі.

Для забезпечення пожежної безпеки АЕС має бути розроблений комплекс організаційних та технічних заходів, який передбачає:

- захист систем, важливих для безпеки АЕС від впливу небезпечних чинників пожежі [2];

- управління системами безпеки, забезпечення переведення реактора в підкритичний стан та утримання його у цьому стані, відведення тепла від реактора в умовах пожежі;

- резервування систем (елементів) безпеки АЕС, що дозволяє їм в умовах пожежі виконувати свої функції;

- поділ каналів систем безпеки АЕС протипожежними перешкодами з регламентованими межами вогнестійкості, безпечними відстанями та протипожежними бар'єрами.

Протипожежний захист будівель, споруд та приміщень повинен бути виконаний як єдина система, що включає комплекс технічних рішень щодо запобігання та обмеження поширення пожежі, її виявлення та ліквідації, забезпечення безпеки персоналу, що передбачає:

- компоновання, яке виключає розміщення елементів різних каналів безпеки, а також систем (елементів) безпеки та нормальної експлуатації в одній пожежній зоні;

- локалізацію пожежі в межах пожежної зони протипожежними перешкодами та протипожежними бар'єрами;

- ліквідацію пожежі системою протипожежного захисту та пожежно-рятувальними підрозділами;

- при розміщенні у пожежній зоні елементів різних каналів систем безпеки, протипожежний захист систем (елементів) кожного каналу;

- оповіщення персоналу АЕС про виникнення пожежі, її евакуацію або роботу (оперативні дії) під час пожежі протягом часу, необхідного для вжиття заходів щодо забезпечення безпеки АЕС.

ЛІТЕРАТУРА

1. НАПБ Б.01.014-2007 Правила пожежної безпеки при експлуатації атомних станцій.

2. Сенчихін Ю. М. Особливості впливу небезпечних чинників пожежі на безпеку праці під час гасіння пожеж на АЕС. Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків: НУЦЗУ, 2016. С. 207–208. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4213>

**ДО ПИТАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ МІЖ ФАКЕЛОМ ПОЖЕЖІ
ВІТРОЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ ТА СУМІЖНИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

*Середа Д.В.,
Балло Я.В., к.т.н.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Теплообмін між факелом пожежі вітроелектроустановки та суміжними об'єктами є складним процесом, який залежить від багатьох факторів, таких як відстань від пожежі на вітровій електроустановці до суміжно розташованого об'єкта, розмірів та форми об'єкта, його пожежного навантаження та температурного режиму пожежі тощо. Дослідження процесу теплообміну між факелом пожежі, яка виникла на вітроелектроустановці та суміжними об'єктами дозволить виявити шляхи удосконалення методу визначення протипожежних відстаней між зазначеними вище об'єктами, з врахуванням їх конструктивних особливостей [1].

Вітроелектроустановки в залежності від положення вісі обертання поділяються на горизонтально-осьову та вертикально-осьову. Вертикально-осьові вітряні електричні установки на відміну від горизонтально-осьових, дуже рідко використовуються для виробництва електричної енергії в промислових цілях, а кількість пожежного навантаження яке включає їх конструкція є незначним. Таким чином, найбільш потенційно небезпечними з точки зору пожежної безпеки є вітрові електроустановки з горизонтальною віссю обертання.

Аналіз статистики пожеж на вітроелектроустановках вказує [2], що 90 % пожеж виникає в їх гондолі, як основній складовій технічній частині де розташована силова установка і генератор. Пожежне навантаження гондоли включає: внутрішню пінну звукоізоляцію, що в деяких частинах може бути забруднена оливою; електроустановки та кабелі; пластиковий корпус та оливу в гідравлічних системах. Слід відмітити, у випадку пошкодження маслопроводів чи підвищенні його температури за рахунок високого тиску у них гідравлічне масло, що витікає тонко розпилим струменем може спричинити вибух в середині гондоли. Також в середині гондоли наявне трансмісійне мастило та інші мастила, що використовуються для змащення поверхонь, що обертаються;

Найбільш поширені зразки вітрових електроустановок, а саме потужністю до 1,5 МВт містять 900–1000 л мастила, а ще близько 2000 л може міститися в трансформаторі, який розташовано на поверхні землі поряд з вітровою електроустановкою.

Окремо слід відзначити, що конструктивною особливістю вітроелектроустановок є те, що гондола та її пожежне навантаження може знаходитися на висоті 120–150 м від рівня землі. Слід відмітити, що чинні методи визначення протипожежних відстаней передбачають, що серед основних параметрів при моделюванні процесу теплообміну є відстань від факела пожежі до суміжного об'єкта. Разом із тим, сучасні методи та зокрема [3] не враховують можливість значної зміни параметрів протипожежних відстаней в результаті руйнування конструктивних елементів одного із досліджуваних об'єктів, що може призвести до її зменшення. Тобто, в разі руйнування опори висотою 120–150 м на якій розташована гондола, протипожежна відстань до суміжних об'єктів значно зменшується, що може створити непередбачувані ризики для поширення пожежі.

В роботі [4] автор відмічає, що теплоутворювальна здатність пожежної навантаги та тривалість опромінювання є одними з основних параметрів, що характеризують тепловий вплив від пожежі на суміжну будівлю.

Вивчення причин розповсюдження пожежі між об'єктами вітрової електростанції та суміжними об'єктами показало, що більшості випадків поширення відбувається за рахунок перенесення теплової енергії шляхом променистого та конвективного теплообміну, вибухів, скіпання і розливу оливи з подальшим її горінням, перенесення вітровими потоками палаючих елементів до місць розташування потенційного горючого матеріалу (суха рослинність, торфовища, ліс, будівлі тощо).

Окрім цього, можливо використовувати різні методи оцінки можливості обмеження поширення пожежі на суміжні об'єкти. Один із них – це метод математичного моделювання. За його допомогою можна визначити температуру та теплові потоки, які передаються від пожежі до об'єкта, що дозволяє розрахувати його температурний режим та ймовірність загоряння.

Також можна використовувати експериментальні методи, які полягають у виконанні спеціальних випробувань на модельних об'єктах. Під час цих випробувань вимірюють температуру та теплові потоки, які передаються від пожежі до об'єкта, що дозволяє отримати інформацію про його тепловий стан та можливість загоряння.

Разом із цим, існуючі методики визначення протипожежних відстаней не враховують конструктивні особливості вітрових електроустановок, зокрема в частині висоти та відстані розташування пожежного навантаження та можливості розтікання оливи під час руйнування корпусу гондоли та оливомісних агрегатів в результаті її падіння.

Таким чином, при моделюванні процесу теплообміну факелу пожежі від вітрової електроустановки до суміжних об'єктів, важливо враховувати не тільки теплоутворювальну здатність пожежної навантаги в корпусі гондоли та тривалість опромінювання, а й відстань між об'єктами, яка може змінитися в результаті падіння опори (вежі) та подальшого розтікання оливи, що горить.

ЛІТЕРАТУРА

1. Константінов С. М. Теплообмін: підручник. Київ: ВПІ ВПК «Політехніка», 2005. 304 с.
2. Summary of Wind Turbine Accident data to 31 December 2022. URL: <https://scotlandagainstspin.org/turbine-accident-statistics/> (дата звернення 09.02.2023)
3. Національний стандарт ДСТУ 9058:2020 Пожежна безпека. Визначення протипожежних відстаней між об'єктами розрахунковими методами. Основні положення - чинний від 01.05.2021. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2021. 24 с.
4. Ніжник В. В. Розвиток наукових основ оцінювання небезпеки поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти: автореф. дис. ... д-р техн. наук: 21.06.02. Київ, 2020. 48 с.

УДК 624.012

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ РЕБРИСТОЇ ПЛИТИ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ

Сідней С.О., к.т.н.,

Березовський А.І., к.т.н., доцент,

Касярум С.О., к.пед.н., доцент,

Частоколенко І.П., к.фіз-мат.н., доцент

Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

У роботі представлені результати проведення обчислювальних експериментів за рекомендаціями [1, 2], щодо дослідження поведінки залізобетонної ребристої плити змодельованої за типом конструкції ПР 63-15. Відповідно отримані результати розподілу температури у змодельованій залізобетонній ребристій плиті на протязі 60 хв.

Використовуючи метод кінцевих елементів [3, 4] проведені тепломеханічні розрахунки з оцінки вогнестійкості залізобетонної ребристої плити при 50 %, 70 % та 100 % рівня навантаження за несучою здатністю конструкції.

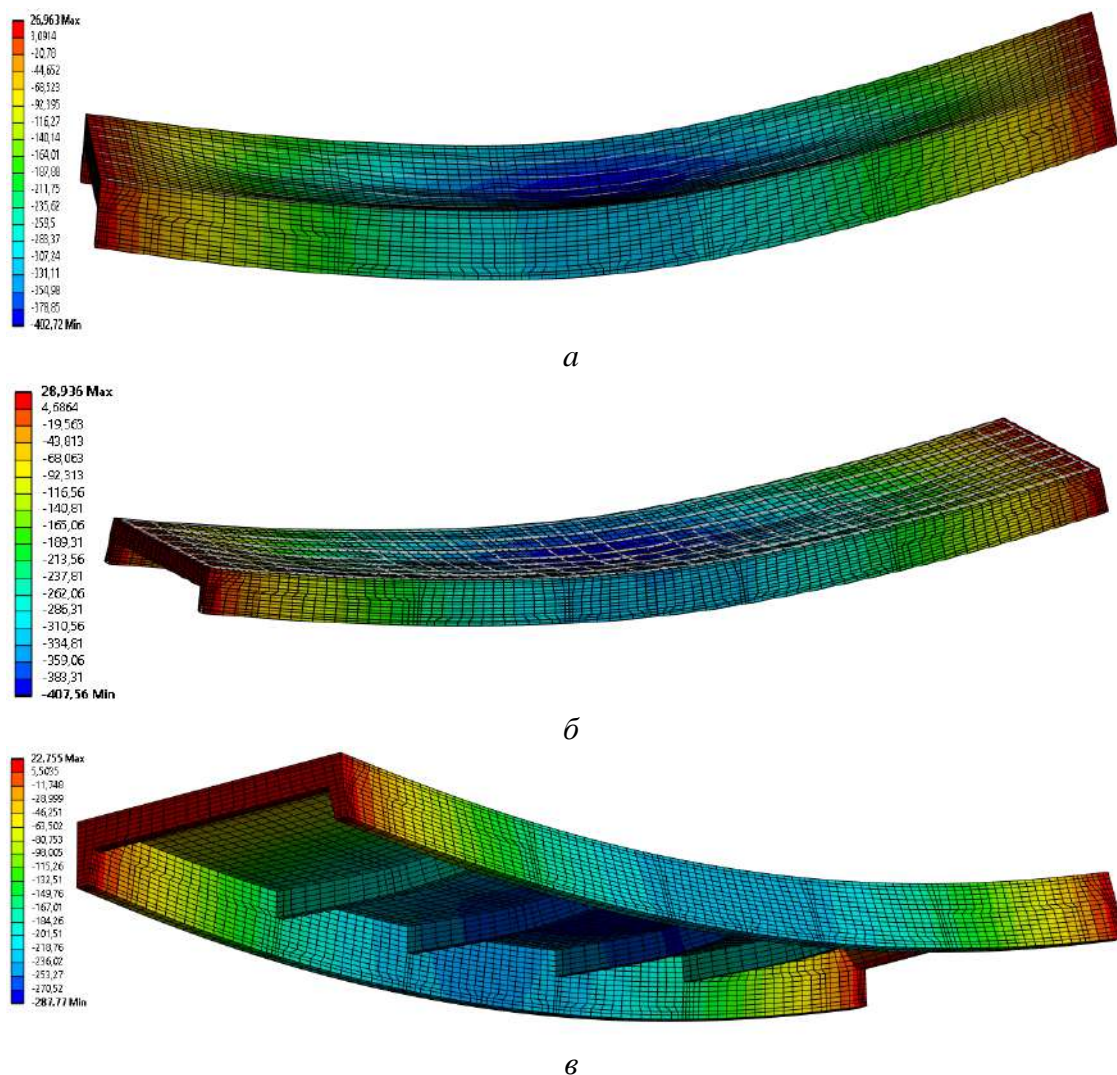


Рис. 1. Прогини залізобетонній ребристій плити при пожежі за рівнями навантаження (а - 2,55 кПа; б - 3,57кПа; в - 5,1 кПа).

За результатами проведених обчислювальних експериментів щодо оцінки вогнестійкості залізобетонної ребристої плити побудовані діаграми прогину досліджуваної конструкції, за рівнями навантаження 50 %, 70 % та 100 % від несучої здатності конструкції та визначена межа їх вогнестійкості: 57 хв, 51 хв та 43,9 хв відповідно рис. 2.

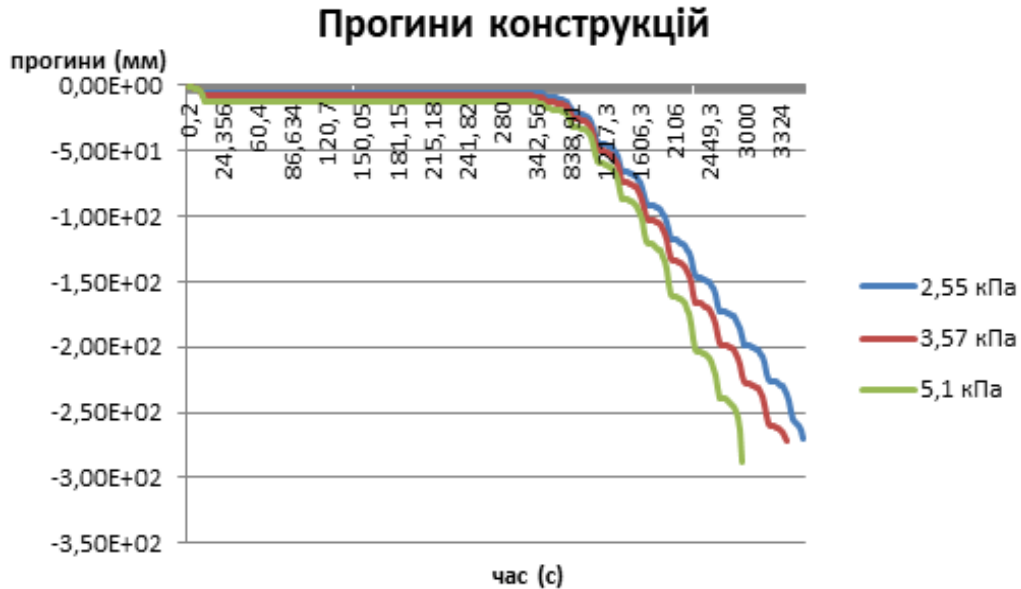


Рис. 2. Прогини залізобетонній ребристий плити при пожежі за рівнями навантаження (а - 2,55 кПа; б - 3,57кПа; в - 5,1 кПа).

За результатами проведених досліджень оцінки вогнестійкості залізобетонної ребристої плити визначені закономірність, що встановлює залежність між показниками вогнестійкості та рівнем прикладеного механічного навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004/A1:2014, IDT). Зміна №2:2022.
2. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT).
3. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
4. Shnal T., Pozdieiev S., Nuianzin O., Sidnei S. Improvement of the Assessment Method for Fire Resistance of Steel Structures in the Temperature Regime of Fire under Realistic Conditions. Materials Science Forum. 2020. Vol. 1006. P. 107–116.
5. Nekora V., Sidnei S., Shnal T., Nekora O., Dankevych I., Pozdieiev S. Determination of features of composite steel and concrete slab behavior under fire condition. Eastern-European Journal of Enterprise Technolgies. 2021. 6/7 (114). 59 p.

ОБЛАСТЬ МІЦНОСТІ ДВОТАВРОВОГО АРМОВАНОГО ПЕРЕРІЗУ

Сорока М.М., к.т.н., доцент

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Вперше математичний розв'язок задачі знаходження руйнівного (граничного) навантаження для конструкції було наведено у працях Гвоздева А.А. [1], Ржаніцина А.Р. [2]. У більшості початкових досліджень вважалося, що поздовжня сила мало впливає на величину граничного навантаження і в розрахунку враховувався лише згинальний момент. Для балкових і, певною мірою, рамних систем це справедливо. Але для арочних систем ігнорування поздовжніх сил призводить до значних похибок у визначенні граничного навантаження [3], [5], [6]. Приклади визначення граничних навантажень для арок з урахуванням згинального моменту та поздовжньої сили розглянуто у роботах [3], [4], [7], [8]. На відміну від балочних та рамних систем, де переріз переходить у граничний стан при досягненні моментом граничного значення, для арочних систем досягнення перерізом граничного стану залежить від комбінації моменту і поздовжньої сили. Зв'язок між граничними значеннями моменту і поздовжньої сили записується у вигляді умов текучості, які описують межу області міцності перерізу. Форма області міцності залежить від геометрії перерізу і від прийнятого закону деформування матеріалу [3], [4]. Виведення умов текучості, або побудова області міцності перерізу є важливим етапом при обчисленні граничного навантаження для конструкції. Як правило, область міцності має замкнуту криволінійну межу [3], [9], [10], але для зручності обчислень межа області міцності часто представляється у вигляді многокутника [3], [7].

Метою даного дослідження є виведення умов пластичності і побудова області міцності для двотаврового армованого перерізу, виготовленого із матеріалів, деформаційні характеристики яких описуються діаграмами Прандтля.

В результаті розв'язання поставленої задачі для двотаврового армованого перерізу були записані умови текучості. Але, оскільки умови текучості, які складаються із двох рівнянь, містять чотири невідомі величини, для побудови границі області міцності довелося розв'язувати екстремальну задачу. Задача полягає в тому, щоб для заданого значення поздовжньої сили знайти максимально можливе значення згинального моменту при обмеженнях по геометрії перерізу і фізичних характеристик матеріалів. Розв'язок такої задачі було здійснено з використанням EXCEL. На рис. 1 наведено приклад побудови області міцності для двотаврового перерізу з характеристиками

$$b_1 = 0.4\text{м}; h_1 = 0.2\text{м}; b_2 = 0.4\text{м}; h_2 = 0.2\text{м}; h = 0.8\text{м}; t = 0.15\text{м};$$

$$A_s = 0.001232\text{м}^2; A'_s = 0.000628\text{м}^2; a = 0.03\text{м}; a' = 0.03\text{м};$$

$$\sigma_{cy} = 14500\text{кН/м}^2; \sigma_{ty} = 1300\text{кН/м}^2; \sigma_{sy} = 365000\text{кН/м}^2;$$

$$E = 2.3 \cdot 10^7\text{кН/м}^2; E_s = 2.1 \cdot 10^8\text{кН/м}^2.$$

У подальшому на основі аналізу результатів розрахунку та із врахуванням диференціальних співвідношень при згині була запропонована методика побудови області міцності перерізу на основі балкової аналогії. Границя області міцності будується як деяка умовна епюра моментів для шарнірно опертої балки, завантаженої крайовими моментами і умовним навантаженням, значення якого обчислюється як друга похідна умовної епюри моментів.

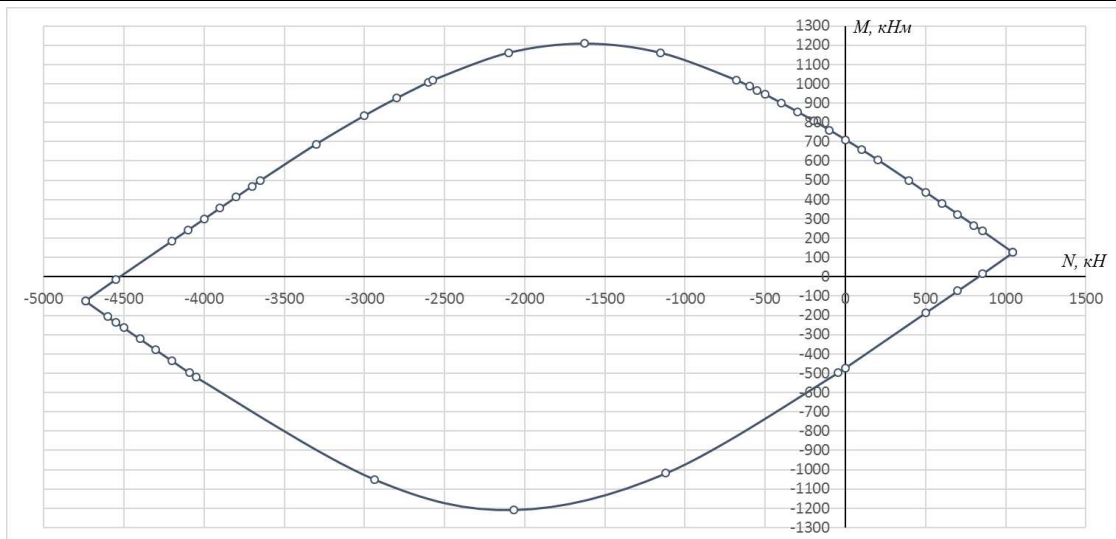


Рис. 1. Область міцності симетричного двотаврового перерізу із несиметричним армуванням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гвоздев А. А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. Москва: Стройиздат, 1949. 248 с.
2. Ржаніцин А. Р. Расчет сооружений с учетом пластических свойств материалов Москва: Гостехиздат, 1954. 287 с.
3. Чирас А. А. Строительная механика, теория и алгоритмы. Москва: Стройиздат, 1989. 256 с
4. Піковський А. А. Статика стержневых систем со сжатыми элементами. М.: Физматгиз, 1961. 394 с.
5. Soroka M. The limit state of non-hinged arch with a cross-section in the form of an idealized I-beam. URL: <http://www.enggjournals.com/ijet/vol10issue6.html>
6. Soroka M. Bearing capacity of structures made of materials with different tensile and compression strengths: 6th International Conference "Actual Problems of Engineering Mechanics", (APEM 2019). Vol. 968. P. 200–208.
7. Проценко А. М., Власов В. В. Статический принцип предельного равновесия и определение деформированного состояния статически неопределимых железобетонных конструкций в стадии исчерпания их несущей способности. В сб. НИИЖБ. «Воздействие статических, динамических и многократно повторяющихся нагрузок на бетон и элементы железобетонных конструкций». М.: Стройиздат, 1972. С. 191 – 220.
8. Габбасов Р. Ф. Чан Тхань Тунг. Численный метод расчета арок по предельному равновесию. М: Вестник МГСУ, 2010. № 4. Том 1. С. 18–23.
9. Russell Bridge & Andrew Wheeler 2000 Cross-section Strength of Columns. (Part 1: AS 3600 Design) OneSteel Reinforcing Pty Ltd CAN 004 148 289.
10. Vrouwenvelder A.C.W.M. & Witteveen J. 2003. Plasticity Ct 4150. The plastic behaviour and the calculation of the plates subjected to bending. Technical University Delft Faculty of Civil Engineering and Geosciences. 121 p.

СПОЛУЧЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ З БОРТОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Сур'янінов М.Г., д.т.н., професор,

Нєутов С.П., к.т.н., доцент,

Бурдейний Ю.С., аспірант,

Метлицький В.В., аспірант

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Розрахунки циліндричних оболонок досить складні, використовуються наближені аналітичні методи в рамках безмоментної і моментної теорій оболонок, напівбезмоментна теорія В. З. Власова і, звичайно, чисельні методи. Як правило, циліндричні оболонки мають бортові елементи, у яких розміщається основна розтягнута арматура, що суттєво знижує величину розтягувальних напружень, зменшує вертикальні й горизонтальні переміщення країв оболонки. Вибір типу бортових елементів залежить в основному від умов обпирання країв оболонки. Методи розрахунків, що враховують спільну роботу тіла оболонки й бортових елементів, вимагають подальшої розробки.

Метою даної роботи є розробка аналітичного розв'язку завдання про напружено-деформований стан довгої циліндричної оболонки, підкріпленої бортовими елементами.

Розглядається симетрична оболонка з однаково підкріпленими поздовжніми краями (рис. 1).

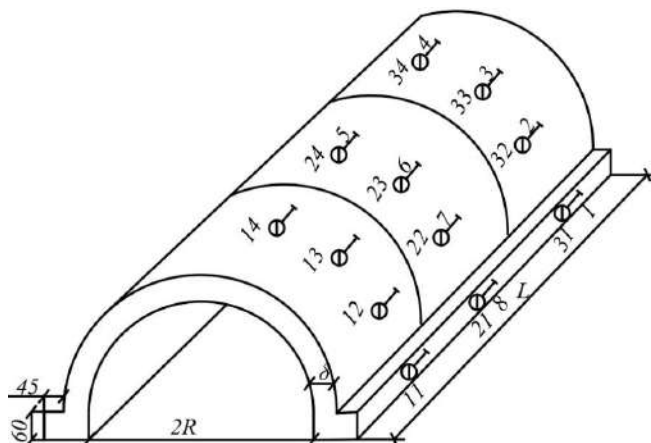


Рис. 1. Симетрична оболонка з бортовими елементами.

У поперечному перерізі елемента в загальному випадку виникають внутрішні зусилля: нормальна сила N^s , поперечні сили Q_y^s, Q_z^s , згинальні моменти M_y^s, M_z^s , крутний момент M_x^s . Ці зусилля виникають у результаті дії на бортовий елемент крайових зусиль $S^{k\alpha}, N_2^{k\alpha}, Q_2^{k\alpha}, M_2^{k\alpha}$, що діють по лінії контакту з оболонкою, і компонентів зовнішнього навантаження $q_x^s, q_y^s, m_x^s, m_y^s, m_z^s$.

Внутрішні зусилля пов'язані з переміщеннями осі бортового елемента й поворотом перерізу залежностями [1–4]

$$N^s = \frac{EA^s}{R} u'_c; \quad M_x^s = \frac{GI_d^s}{R} \chi'_c; \quad (1, 2)$$

$$M_y^s = \frac{E}{R^2} (I_{yz}^s v_c'' + I_y^s w_c''); \quad M_z^s = \frac{E}{R^2} (I_{yz}^s w_c'' + I_z^s v_c''). \quad (3, 4)$$

У результаті ряду перетворень одержимо систему чотирьох рівнянь рівноваги в переміщеннях:

$$\begin{cases} \frac{EA^s}{R^2} u_c'' - S^{k\alpha} + q_x^s = 0; \\ \frac{E}{R^4} (I_{z^s}^s v_c^{IV} + I_{yz^s}^s w_c^{IV}) + \frac{1}{R} (S^{k\alpha})' y_c + N_2^{k\alpha} + \frac{1}{R} (m_z^s)' - q_y^s = 0; \\ \frac{E}{R^4} (I_{yz^s}^s v_c^{IV} + I_{y^s}^s w_c^{IV}) + \frac{1}{R} (S^{k\alpha})' z_c + Q_2^{k\alpha} + \frac{1}{R} (m_y^s)' - q_z^s = 0; \\ \frac{GI_d^s}{R^2} \chi_c'' + N_2^{k\alpha} z_c - Q_2^{k\alpha} y_c - M_2^{k\alpha} - m_x^s = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Відповідно В.З. Власову [5], представимо розв'язну функцію у вигляді ряду по функціях, які задовольняють рівнянню вільних коливань стрижня тієї ж довжини, що й розглянута оболонка, і однорідним граничним умовам на краях. Тоді одержимо остаточно систему алгебраїчних рівнянь, яка в матричній формі записується в такий спосіб:

$$\bar{K}_{cm} \bar{u}_{cm} = -\frac{R^3}{\lambda_m^4} (\bar{B} \bar{s}_m^\alpha - \bar{q}_{cm}). \quad (6)$$

У роботі розглянутий випадок, коли оболонка шарнірно оберта на криволінійних краях, і дані рекомендації з урахування інших граничних умов. На форму й розміри поперечного перерізу бортового елемента не накладається ніяких обмежень. Запропонований алгоритм припускає можливість реалізації двох підходів — розрахунки по загальній напівбезмоментної теорії й розрахунки з спрощуючими гіпотезами для пологих оболонок середньої довжини. Тут розглянутий перший підхід. Математично завдання зводиться до системи чотирьох лінійних рівнянь. Вирішуючи цю систему, можна визначити зусилля й переміщення, обумовлені дією додаткових крайових зусиль, а складаючи їх з відповідними компонентами безмоментного напруженого стану, одержати повні зусилля й переміщення в циліндричній оболонці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пособие по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий (к СП 52-117-2008*) / НИИЖБ им. А.А. Гвоздева — институт ОАО «НИЦ «Строительство». М., 2010. 159 с.
2. Власов В. З., Мрощинский А.К. Контактные задачи по теории цилиндрических оболочек, подкрепленных продольными ребрами. Исследования по вопросам теории и проектирования тонкостенных конструкций. Сборник статей под ред. В.З. Власова. М. Л., 1950. С. 76–92.
3. Механика контактных взаимодействий. Под редакцией И. И. Воровича, В. М Александрова. М.: Физматлит, 2001. 671 с.
4. Милейковский И. Е., Васильков В. С. Расчет покрытий и перекрытий из пологих выпуклых оболочек двойкой кривизны. Сб. ЦНИПС. М.: Госстройиздат, 1952.
5. Методы расчета цилиндрических оболочек [Текст]: монография / Ю. С. Крутий, Н. Г. Сурьянинов, А. М. Чучмай. Одеса: ОГАСА, 2018. 182 с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ

Сур'янінов М.Г., д.т.н., професор,

Неутов С.П., к.т.н., доцент,

Корнєєва І.Б., к.т.н., доцент,

Кіріченко Д.О., аспірант

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Циліндричні оболонки є типовим елементом конструкцій, застосовуваних у всіляких областях сучасної техніки. У практиці будівництва зустрічаються короткі, довгі та середньої довжини циліндричні оболонки. Усі ці теорії розрахунків довгих циліндричних оболонок тією чи іншою мірою є наближеними, а при деяких умовах можуть приводити до неправильних результатів [1]. Із цієї причини зростає роль чисельних методів (у першу чергу – методу скінчених елементів) і експериментальних досліджень.

Метою даної роботи є розробка методики експериментального визначення напружено-деформованого стану та несучої здатності довгих циліндричних оболонок, підкріплених бортовими елементами.

Для проведення експериментальних досліджень був розроблений спеціальний стенд [2] (рис. 1).



Рис. 1. Испитовий стенд.

Відповідно до програми випробувань циліндричних оболонок у рамках Науково-дослідної роботи «Аналітичні, комп'ютерні та експериментальні дослідження напружено-деформованого стану фібробетонних конструкцій» (реєстраційний номер 0121U111755) на кафедрі будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури були виготовлено вісім моделей циліндричної оболонки – 4 із залізобетону та 4 з фібробетону.

Фібробетонні зразки-оболонки мають додаткове дисперсне армування сталеву фібру із загнутими кінцями [3], яка додавалася на етапі виготовлення бетонної суміші в кількості 1 % за обсягом бетону.

Одночасно зі зразками-оболонками виготовлялися контрольні зразки призми і кубів для визначення фізико-механічних характеристик бетону. Експериментальні та контрольні зразки витримували в однакових температурно-вологих умовах на протязі 28 діб при температурі 16...20 °. Для визначення фізико-механічних характеристик бетону в кожній серії було випробувано по шість контрольних кубів і по три призми. Бетон зразків-оболонок представлений класом С20/25 по міцності на стиск.

Усі зразки-оболонки мали постійну довжину та радіус поперечного перерізу, а варіювалися товщина оболонки та розміри поперечного перерізу бортових елементів. У даній роботі приводяться результати випробувань залізобетонної оболонки RC1, товщина якої $\delta = 45\text{mm}$, а розміри поперечного перерізу бортових елементів $b = 45\text{mm}$, $h = 60\text{mm}$. Розподілене навантаження (вертикальне) було прикладено по чотирьом смугам, шириною 13 см кожна, і тільки по тілу оболонки, тобто бортові елементи не навантажені. Оболонка шарнірно опирається по кутах на пластини 100x100мм. У середині кожного опорного елемента по два арматурні стрижні діаметром 10мм.

Несуча здатність оболонки склала 96,4 кН, а перша тріщина утворювалася при навантаженні 42,9 кН, що становить 44,5 % несучої здатності. До моменту втрати несучої здатності в оболонці утворилося 8 тріщин (рис. 2) з однаковою початковою шириною розкриття 0,05 мм. Максимальна кінцева ширина розкриття тріщин склала 0,8 мм.

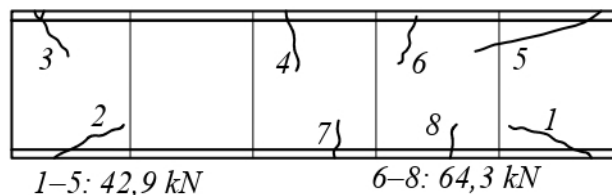


Рис. 2. Розташування тріщин.

Виконане комп'ютерне моделювання оболонки та розрахунки з використанням ліцензійного програмного забезпечення ANSYS 17.1 [4]. Несуча здатність, визначена в ANSYS, склала 93,0 кН, що на 3,6 % менше, чим в експерименті. Методика випробувань і розроблений стенд носять універсальний характер, і будуть використані для проведення подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гольденвейзер А. Л. Теорія тонких пружних оболонок. Изд. 2-е. М.: Наука, 1976. 512 с.
2. Патент на корисну модель №148291 Стенд для визначення несучої здатності циліндричної оболонки / Неутов С. П., Корнеєва І. Б., Сур'янінов М. Г. і ін. 21.07.2021. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1606901>
3. BS EN 14889-1:2006 Fibres for concrete. Steel fibres. Definitions ad specifications and conformity. BSI, 2006. 30 p.
4. Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Данилов М. Н., Захарова Ю. В. Основы работы в ANSYS 17. М.: ДМК Пресс, 2017. 210 с.

УДК 624.04

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І ФІБРОБЕТОННИХ ПЕРЕХРЕСНО-БАЛКОВИХ СИСТЕМ

Сур'янінов М.Г., д.т.н., професор,

Крутий Ю.С., д.т.н., професор,

Шиляєв О.С., к.т.н., доцент,

Сівак В.С.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Серед інших типів конструкцій часто застосовуються перехресно-балкові системи (ПБС), які відрізняються різноманітністю розрахункових схем по багатьом параметрам — розташуванню елементів (ортогональне, діагональне, ромбічне та ін.), граничним умовам, величинам прольотів і іншим характеристикам. Робіт, присвячених дослідженням НДС залізобетонних перехресно-балкових систем, у тому числі й сталевібробетонних, украй недостатньо, тому проведення теоретичних і експериментальних досліджень по вивченню міцності перехресно-балкових систем є актуальним завданням.

З метою визначення особливостей роботи ПБС розроблена програма експериментальних досліджень залізобетонних і сталевібробетонних елементів при статичних навантаженнях. Були виготовлені експериментальні зразки із залізобетону і сталевібробетону. Вибір розмірів зразків, класу арматурної сталі, класу бетону по міцності, кроку й діаметра арматурних стрижнів визначається параметрами наявного технологічного оснащення, завданнями дослідження й особливостями вимірювального і навантажувального встаткування. Проектування зразків виконане за принципом геометричної подоби [1, 2] схем армування, співвідношення розмірів поперечного перерізу реальним конструкціям. Зразки являють собою системи, що складаються із чотирьох взаємно перпендикулярних балок, розташованих на відстані 500 мм від краю конструкції. Балки прямокутного перерізу розмірами $b \times h = 60 \times 120$ мм і довжиною 2000 мм кожна. Армовані зразки поздовжньою арматурою класу А400С діаметром 8 мм у нижній зоні (два стрижні в кожній балці). Бетон класу С20/25. Сталева фібра із загнутими кінцями [3], яка додавалася в кількості 1% за обсягом бетону. Для проведення експериментальних досліджень виготовлений спеціальний стенд.

Таблиця 1. Напруження і прогини

№№ точок	Зразок 1				Зразок 3			
	ANSYS		Експеримент		ANSYS		Експеримент	
	Напруження, МПа	Прогини, мм	Напруження, МПа	Прогини, мм	Напруження, МПа	Прогини, мм	Напруження, МПа	Прогини, мм
1	15,337	7,023	17,638	8,357	14,244	4,423	16,666	5,219
2	15,337	7,023	18,405	8,217	14,244	4,423	16,808	5,308
3	15,337	7,023	17,945	8,287	14,244	4,423	17,093	5,175
4	15,337	7,023	17,791	8,147	14,244	4,423	17,520	5,219
5	20,577	2,005	24,281	2,386	18,937	1,256	22,534	1,457
6	20,577	2,005	23,664	2,406	18,937	1,256	21,966	1,507

У процесі випробувань визначені схеми руйнування і деформування, прогини, напруження в бетоні (фібробетоні) і руйнівне навантаження. Для комп'ютерного моделювання варіантів, досліджених експериментально, використаний комплекс ANSYS 17.1 [4]. Напруження і прогини, визначені експериментально і методом скінчених елементів, наведені в табл. 1. Зазначені тут результати відповідають навантаженню, при якому в процесі випробувань почався утвір тріщин – $q=35 \text{ кН/м}^2$ для першого зразка та $q=22 \text{ кН/м}^2$ – для третього. Схема розташування контрольних точок, у яких визначені напруження і прогини, показана на рис. 1.

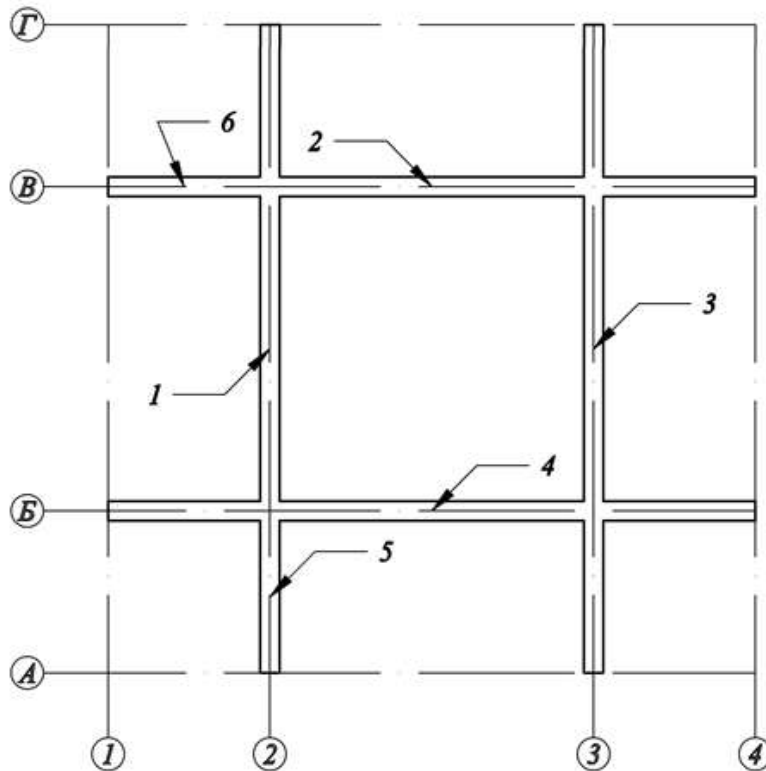


Рис. 1. Схема розташування контрольних точок.

Випробування показали, що дисперсне армування перехресно-балкової системи сталевую фіброю приводить до збільшення її несучої здатності в 1,23 рази. При моделюванні та скінчено-елементному аналізі в програмі ANSYS 17.1 збільшення несучої здатності склало 1,18 рази. При цьому несуча здатність залізобетонної перехресно-балкової системи, отримана методом скінчених елементів, на 13 % менше, чим в експерименті, а фібробетонної — на 15 % менше.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методологические основы научных исследований: Учебное пособие. Под общей редакцией Ю.Д. Земенкова. Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2004. 304 с.
2. Грушко И. М., Сидоренко В. М. Основы научных исследований. Харьков: Высшая школа, 1983. 224 с.
3. BS EN 14889-1:2006 Fibres for concrete. Steel fibres. Definitions and specifications and conformity. BSI, 2006. 30 p.
4. Lazareva D. V., Soroka M. M., Shilyaev O. S. Priyomi roboti z PK ANSYS pri rozv'yazanni zadach mekhaniki. Pod redaktsieyu M.H. Surianinova: monografiya. Odesa: ODABA. 2020.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗГІДНО З ЄВРОКОДОМ 3

Тригуб В.В., к.т.н., доцент,

Майборода Р.І.,

Пехов Д.О.

Національний університет цивільного захисту України

У будівельній світовій практиці знайшли широке поширення сталеві конструкції. Проблема забезпечення необхідних меж вогнестійкості розглянутих будівельних конструкцій є особливо актуальною. Для розрахунку їх міцності розроблені національні норми ДБН і ДСТУ, які гармонізовані з Європейськими стандартами групи А (Єврокодами). Для розрахунку сталевих конструкцій при нормальній температурі розроблено Єврокод 3 частина 1-1 [1], а при високих температурах пожежі проводять за Єврокодом 3 частина 1-2 [2].

Вогнестійкість – здатність конструктивної системи, частини конструктивної системи або окремої конструкції відповідати обов’язковим вимогам (несуча здатність та/або огорожувальна здатність) для визначеного рівня навантаження, визначеного вогневого впливу та визначеного проміжку часу [3].

Аналіз несучої сталеві конструкції з точки зору протипожежного захисту проводиться із застосуванням встановлених для заданих розрахункових ситуацій моделей термічних та механічних впливів, а також параметрів несучої конструкції при підвищених температурах. У випадках, коли потрібне забезпечення механічної міцності в умовах пожежі, сталеві конструкції повинні бути запроєктовані та змонтовані таким чином, щоб вони могли виконувати свою несучу функцію протягом відповідного часу дії пожежі.

Вогнестійкість підтверджується виконанням наступних умов:

– у часових параметрах

–

$$t_{fi,d} \geq t_{fi,requ} \quad (1)$$

– у міцнісних параметрах

–

$$R_{fi,d,t} \geq E_{fi,d,t}; \quad (2)$$

– у температурних параметрах

–

$$\theta_d < \theta_{cr,d}, \quad (3)$$

де $t_{fi,d}$ – розрахункова межа вогнестійкості; $t_{fi,requ}$ – нормативна межа вогнестійкості; $R_{fi,d,t}$ – розрахункова несуча здатність елемента при пожежі у момент часу t ; $E_{fi,d,t}$ – розрахунковий результат впливу при пожежі у момент часу t ; θ_d – розрахункова температура матеріалу; $\theta_{cr,d}$ – розрахункова критична температура матеріалу.

Порівняння за часовими параметрами напряму, як правило, застосовується тільки у випадку використання уточнених методів (просунутих методів) розрахунку вогнестійкості конструкцій. Непрямо у спрощених методах розрахунку воно використовується для визначення необхідності у вогнезахисті елемента.

При розрахунку за параметрами міцності визначається зменшена несуча здатність через необхідний проміжок часу. На цьому критерії ґрунтується спрощений метод розрахунку для сталевих елементів, схильних до втрати стійкості. Він використовується у комбінації з порівнянням за температурними та часовими параметрами.

Порівняння за температурними параметрами є найбільш поширеним методом згідно [2], коли визначається критична температура сталевих конструкцій для встановленого рівня навантаження. Воно застосовується в спрощених методах розрахунку.

Розрахункова оцінка вогнестійкості, будівельних конструкцій об'єкту має проводитися у такій послідовності:

1. Шляхом розв'язку задачі теплопровідності визначається температурне поле у перерізі елементу конструкції, що дозволяє визначити час досягнення на необігрівній стороні огорожувального елементу температури настання граничного стану теплоізолювальної здатності.

2. За отриманими температурними розподілами у перерізі елементу у мінімальний час, обумовлений класом вогнестійкості, визначається можливість настання граничного стану втрати цілісності за цей час. За отриманими даними щодо часу настання зазначених граничних станів визначається клас вогнестійкості огорожувального елементу конструкції.

3. Для розрахунків при розв'язку міцнісної задачі визначаються температурні розподілення по перерізах елементів несучих конструкцій, що підлягають оцінці класу вогнестійкості. Для розрахунку використовується кінцево-різницевий метод вирішення рівняння теплопровідності.

4. Для оцінки класу вогнестійкості як основний використовується спрощений табличний метод відповідний до [2, 4].

5. Якщо табличним методом необхідний клас не підтверджується то для розрахунку межі вогнестійкості елементів конструкцій застосовуються основний метод – зонний метод.

6. Отримавши значення фактичної межі вогнестійкості, визначається фактичний клас вогнестійкості шляхом вибору найближчого меншого значення по відношенню до значення межі вогнестійкості для граничного стану, що настає якнайшвидше.

7. У випадку коли фактичний клас вогнестійкості досліджуваних елементів є меншим за необхідний, виконується розрахункове обґрунтування проектних технічних вимог щодо системи вогнезахисту даних елементів.

8. Для перевірки отриманих результатів використовується один з альтернативних методів, що наведений у [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд. (EN 1993-1-1:2005, IDT)

2. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. (EN 1993-1-2:2005, IDT)

3. ДСТУ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.

4. ДСТУ-Н EN 1991-1-2:2010. Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі. (EN 1991-1-2:2002, IDT)

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВІДСТАНЕЙ МІЖ СИСТЕМАМИ ЗАРЯДКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА СУМІЖНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В ГАРАЖАХ ТА НА АВТОСТОЯНКАХ

Фещук Ю.Л., к.т.н.,

Голікова С.Ю.,

Циганков А.О.,

Жихарев О.П.

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Враховуючи зростаючі тенденції збільшення кількості електромобілів у світі та збільшення кількості пожеж на електромобілях під час їх зарядки, виникає необхідність у комплексному підході до забезпечення пожежної безпеки систем зарядки електромобілів (далі – СЗЕ).

Аналіз наукових досліджень та нормативних документів [1–4] показав, що питання стосовно забезпечення протипожежного захисту СЗЕ досліджено не в повній мірі.

Мета роботи – обґрунтувати протипожежні відстані між системами зарядки електромобілів та суміжними об'єктами в гаражах та на автостоянках.

На основі попередніх досліджень запропоновано та обґрунтовано наступні нові терміни: електрозарядний пункт, машиномісце із зарядною станцією для електромобілів, електрозарядна станція.

Обґрунтувавши нову термінологію до зарядної інфраструктури для електромобілів виникла необхідність у науковому обґрунтуванні протипожежних відстаней саме між СЗЕ та суміжними об'єктами в гаражах (паркінгах), на автостоянках. Для цього задіяно FDS-моделювання.

Перший сценарій моделювання – пожежа на автостоянці.

В якості критерію температури на суміжному до електрозарядного пункту об'єкті прийнято показник 120 °С. Саме такою є найнижча температура самозаймання у герметика, який є полімерною композицією, яка спучується при температурі від 150 °С та займається при температурі 210–230 °С з коефіцієнтом впливу вітру 1,2 та входить до складу метало-пластикових вікон або фасадних систем. Фрагмент розвитку пожежі, теплові розподіли на суміжному до електрозарядного пункту об'єкті та відтворений режим швидкості виділення тепла під час дослідження процесів горіння електромобіля обладнаного літій-іонними акумуляторами та зарядної станції показано на рисунку 1.

За результатами проведеного моделювання встановлено, що мінімальна протипожежна відстань від електрозарядного пункту, який включає електромобіль та зарядну станцію для електромобілів та знаходиться на автостоянці до суміжних об'єктів повинна становити не менше 3 м.

Другий сценарій моделювання – пожежа в гаражі (паркінгі).

В якості критерію температури на суміжному до машиномісця (на якому знаходиться електромобіль) із зарядною станцією для електромобілів об'єкті прийнято показник 220 °С. Саме такою є найнижча температура самозаймання пластикових виробів автомобілів, а саме: конструкції бамперу. Фрагмент розвитку пожежі, теплові розподіли на суміжному до машиномісця із зарядною станцією для електромобілів об'єкті та відтворений режим швидкості виділення тепла під час дослідження процесів горіння електромобіля обладнаного літій-іонними акумуляторами та зарядної станції.

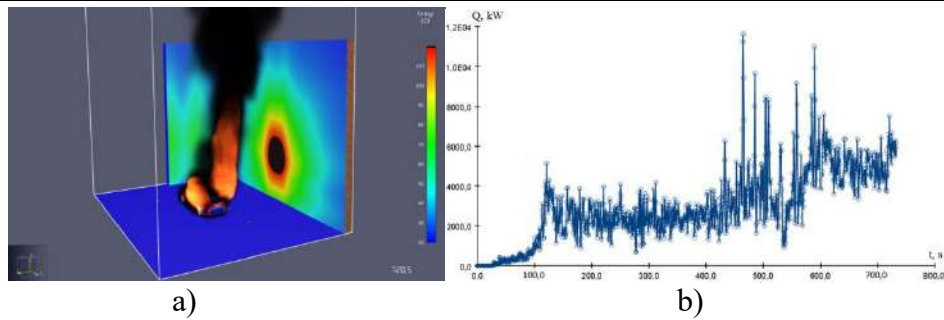


Рис. 1. Моделювання пожежі електромобіля та зарядної станції: а – фрагмент розвитку пожежі та теплові розподіли на суміжному до електрзарядного пункту об'єкті на 720 с пожежі, б – відтворений режим швидкості виділення тепла під час дослідження процесів горіння електромобіля обладнаного літій-іонними акумуляторами та зарядної станції.

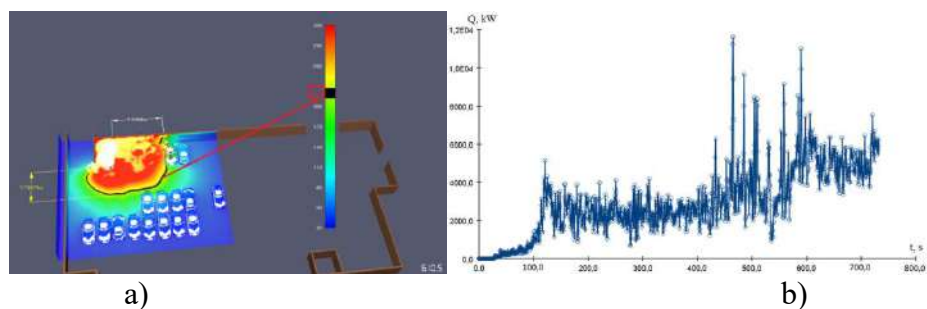


Рис. 2. Моделювання пожежі електромобіля та зарядної станції: а – фрагмент розвитку пожежі та теплові розподіли на суміжному до машиномісця із зарядною станцією для електромобілів об'єкті на 610 с пожежі, б – відтворений режим швидкості виділення тепла під час дослідження процесів горіння електромобіля обладнаного літій-іонними акумуляторами та зарядної станції.

За результатами проведеного моделювання встановлено, що мінімальна протипожежна відстань від машиномісця (на якому знаходиться електромобіль) із зарядною станцією для електромобілів та знаходиться в гаражі до суміжних об'єктів повинна становити при боковому поширенні пожежі електромобіля, за даних умов моделювання, – 10 м, фронтальному напрямку – до 6 м.

Отже, в результаті проведеного FDS моделювання потенційного теплового впливу під час пожежі електромобіля в процесі зарядки на суміжні об'єкти обґрунтовано та встановлено протипожежні відстані від електрзарядного пункту на автостоянці та в гаражі (паркінгу).

ЛІТЕРАТУРА

1. Коряшкіна Л. С., Беляєв О. Р. Визначення оптимальної кількості та місць розміщення зарядних станцій для електромобілів на території міста. Computer Modeling: Analysis, Control, Optimization, 2019. № 1. Р. 23–29.
2. Halada L., Weisenpacher P., Glasa J. Computer Modelling of Automobile Fires Chapter 9. 2012.
3. ДСТУ EN IEC 61851-1:2021 Система зарядки електричних транспортних засобів дротова. Частина 1. Загальні вимоги (EN IEC 61851-1:2019, IDT; IEC 61851-1:2017, IDT).
4. RC59 CH Chessboard Source Code - [so 196.com] - Tianhaiyi av Body Art Photo 2jf2z2bxav Paradise. URL: <https://context.reverso.net>

АНАЛІЗ ІМПУЛЬСНОЇ СИСТЕМИ ДИМОВИДАЛЕННЯ

*Холодна О.С.,
Рашкевич Н.В., PhD*

Національний університет цивільного захисту України

Згідно зі статистичними даними, кількість загиблих людей на пожежах у нашій країні продовжує зростати. Причиною загибелі у 70–80 % випадків є дим та токсичні продукти горіння [1]. Впливаючи на організм людини, дим викликає подразнення слизової оболонки очей та дихальних шляхів, задуху. З продуктами горіння пов'язані такі небезпечні чинники пожежі, як підвищена температура середовища, зниження видимості, зменшення концентрації кисню, наявність токсичних компонентів продуктів згоряння.

Продукти горіння сильно ускладнюють роботу пожежних підрозділів при проведенні рятувальних робіт, виявлення, локалізації та ліквідації осередка пожежі. Особливо ускладнюється робота на пожежах, які виникають у підвалах та інших підземних спорудах [2]. Протидимний захист експлуатованих будівель забезпечується створенням надлишкового тиску повітря в ліфтових шахтах, на сходових клітках, тамбурах-шлюзах, відключенням вентиляції і видаленням диму на шляхах евакуації людей, у приміщеннях, що вимагають постійної присутності персоналу, у місцях проведення бойової роботи підрозділів пожежної охорони. Для більшості споруд система димовидалення є обов'язковим елементом.

Протидимний захист будівель – комплекс об'ємно-планувальних і інженерно-технічних рішень, головною метою якого є запобігання (при пожежі) задимленню шляхів евакуації з приміщень і будівель. Це дозволяє зменшити вірогідність загибелі людей при їх евакуації з будівлі, мінімізувати матеріальні втрати, зробити безпечніше і ефективніше роботу пожежних.

Поряд із класичною системою димовидалення з використанням повітроводів, існує імпульсна або струминна система димовидалення.

Імпульсні системи димовидалення застосовуються у Великій Британії, Німеччині, Португалії, Китаї та інших країнах, як правило, на таких об'єктах як автотранспортні та залізничні тунелі, метрополітені та автопаркінгах.

Основна відмінність імпульсної протидимної вентиляції від класичної системи димовидалення полягає у відсутності повітроводів. Продукти горіння від осередка пожежі переміщуються до димоприймальних отворів витяжних шахт за рахунок створення додаткового імпульсу підстельового шару димових газів. Підстельовий шар димових газів переміщається за допомогою струменевих вентиляторів. Застосовуються як осьові, так й радіальні вентилятори, рис. 1.

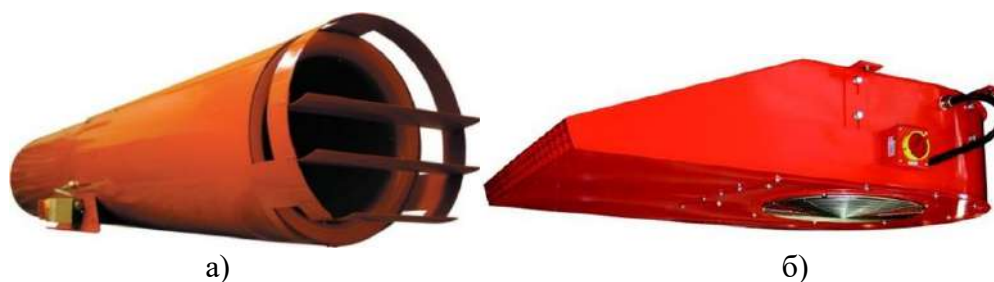


Рис 1. Осьовий (а) та радіальний (б) струменевий вентилятор.

При використанні системи струминної вентиляції для протидимного захисту автопаркінгів закритого типу можливе часткове димовидалення за рахунок обмеження розтікання димових газів по ширині приміщення при певних швидкостях повітряних струменів, що виходять з вентиляторів.

При виявленні осередку пожежі пожежними сповіщувачами включаються струменеві вентилятори, при цьому можливе включення не всіх вентиляторів у приміщенні, а лише тих, робота яких перешкоджатиме розтіканню димових газів від вогнища горіння та переміщатиме їх до димоприймальних отворів витяжних шахт. Швидкість повітряних струменів повинна бути вищою за швидкість димових газів на межах вентиляованої зони для запобігання розповсюдженню диму на решту приміщення.

Ще однією перевагою струминної вентиляції є можливість працювати у реверсивному режимі. Залежно від того, в якій частині приміщення виникла пожежа, за допомогою імпульсних вентиляторів продукти горіння переміщуються у відповідному напрямку до димоприймальних отворів витяжних шахт, залишаючи іншу частину приміщення незадимленою.

На ефективність роботи імпульсної протидимної вентиляції може вплинути значна кількість факторів: діаметр і швидкість струменя на викидному патрубку струминного вентилятора, кількість, тяга і продуктивність вентиляторів, геометричні параметри приміщення, потужність тепловиділення при пожежі, димоутворювальна здатність пожежного навантаження, розміри витяжних та ін.

Для оптимізації вищезгаданих параметрів, що впливають на роботу системи димовидалення, у кожному конкретному випадку використовуються програми розрахунку тепломасоперенесення в приміщенні при пожежі з урахуванням потоків, створюваних струменевими вентиляторамі. Програми реалізують методи математичного моделювання процесів тепломасоперенесення на основі розв'язання системи рівнянь балансу маси, енергії та руху у формі Нав'є-Стокса.

Системи струминної вентиляції дозволяють отримати ряд переваг у порівнянні з системою димовидалення і вентиляції, оснащеної повітроводами. Наприклад, зменшення висоти приміщення автопаркінгу внаслідок відсутності повітроводів великого перерізу, відсутність необхідності у виробництві та монтажу протипожежних клапанів, що забезпечують нерозповсюдження пожежі та продуктів горіння з приміщення автопаркінгу до інших приміщень по системах повітроводів загальнообмінної та протидимної вентиляції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. Статистика пожеж. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/uk/statistika-pozhezh>
2. Основи пожежно-тактичної підготовки особового складу пожежної охорони. URL: http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/723/TIPP.pdf

УДК 614.84

**РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТА ЛІКВІДАЦІЯ ЇХ НАСЛІДКІВ.
ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ**

*Холодна О.С.,
Рашкевич Н.В., PhD*

Національний університет цивільного захисту України

Технологічний розвиток дало людству зброю, яка має здатність вбивати велику кількість людей за маленький проміжок часу. Також слід відмітити забруднені ділянки земель бомбами, снарядами чи мінами, які залишилися покинутими чи не детонували. Властивість небезпечного впливу може зберігатись десятиліттями після припинення бойових дій [1, 2]. Досвід після Другої Світової війни, вторгнення російської федерації на території України, залишили та залишають після себе смертельну небезпеку у великих масштабах.

Всього з початку широкомасштабного військового вторгнення російської федерації на території України знешкоджено 317 936 вибухонебезпечних предметів та 2 891 кг вибухової речовини, у тому числі 2 166 авіаційних бомб. Обстежено територію площею близько 78 940 гектарів. Всього потенційно небезпечних територій залишилось 174 тис. км², що становить 30 % від загальної площі держави [3]. Щодня ворог продовжує цинічно обстрілювати житлові будинки, лікарні, об'єкти критичної інфраструктури.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) згідно із законодавчими та нормативно-правовими актами виконує завдання щодо виявлення, знешкодження та знищення вибухонебезпечних предметів на всій території України, за винятком місцевості, наданої для діяльності Збройних Сил України та інших військових формувань.

Для реалізації завдань з гуманітарного розмінування у ДСНС існує угруповання у складі 100 піротехнічних відділень штатною чисельністю понад 600 чол., які дислокуються у кожному регіоні України.

В рамках реалізації заходів протимінної діяльності ДСНС співпрацює з різними країнами та міжнародними організаціями, серед яких: Організація Об'єднаних Націй, Організація з безпеки і співробітництва в Європі, НАТО, Міжнародний комітет Червоного Хреста, Женевський міжнародний центр з гуманітарного розмінування, Уряд Федеральної Республіки Німеччина, Уряд Японії, Відділ оборонного співробітництва посольства США в Україні, Агентство зі скорочення військової загрози Міністерства оборони США, Данська рада у справах біженців Данська група з розмінування, Благодійна некомерційна організація «The Halo Trust», Швейцарський фонд з протимінної діяльності FSD, Хорвацький цент з протимінної діяльності, Азербайджанський центр гуманітарного розмінування, Естонська рятувальна служба, Служба розмінування Французької Республіки, Міжнародний трастовий фонд з підвищення безпеки людини [4]. Кожна з названих організацій має свою історію становлення практики роботи з вибухонебезпечними загрозами, а результат їхньої діяльності має прямий вплив на безпеку людей.

Власнику земельної ділянки, яка постраждала від конфлікту – забруднена вибухонебезпечними предметами, для подальшої своєї діяльності дуже важливо знати про стан безпеки території. Щоб не залишилося небезпечних снарядів чи мін. Кожній людині, яка проживає в регіоні, де відбувається постконфліктне відновлення, необхідно мати гарантії, незалежно від того, хто проводив обстеження землі, вилучав і знищував

небезпечні знахідки, щоб проводилось з дотриманням найкращих практик, і була відповідальна особа за контроль над дотриманням цих практик.

Також, для кожного керівника підрозділу з розмінування важливі питання охорони праці для збереження життя та здоров'я підлеглих [5]. Від початку повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну загинуло 54 рятувальника. Крім цього, 178 отримали поранення, а 6 наразі перебувають у полоні [6]. Роботи підлеглих повинні проводитись згідно зі стандартними процедурами безпеки. Дотримуватись безпечних відстаней, використовувати перевірені на працездатність метало детектори.

Щоб унеможливити помилки та нещасні випадки в майбутньому для людей у забрудненому районі вибухонебезпечними предметами оператор протимінної діяльності повинен проводити обстеження та очищення території відповідно до стандартних процедур, що передбачають безпеку персоналу, позначати зони, де були виявлені небезпечні предмети. Очищення території та знищення виявлених снарядів чи мін проводиться знову ж таки з дотриманням усіх заходів безпеки. Усі операції підлягають своєчасній документації з подальшим внесенням до онлайн-платформи збору даних про протимінну діяльність, що дозволяє іншим органам влади мати повне уявлення про роботу, виконану в цьому районі. Відбувається процедура перевірки якості проведених операцій. А власник забрудненої території вибухонебезпечними предметами отримує «сертифікат якості» з вказаними ділянками, які були обстежені та очищені, хто перевіряв і є відповідальним за якість робіт. Таким чином, дотримуються основні принципи протимінної діяльності в Україні, серед яких: ефективність, підконтрольність та підзвітність, відкритість, взаємодія, прозорість.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рашкевич Н. В. Фактори впливу на розподіл важких металів у ґрунтовому середовищі. Міжнародна науково-практична конференція «Problems of Emergency Situations». Харків: НУЦЗ України, 2022 р. С. 217–218.
2. Рашкевич Н. В., Лобойченко В. М., Шевченко Р. І. Мінімізація наслідків екологічної небезпеки території, внаслідок їх вогневого ураження боєприпасами. І Міжнародна науково-практична конференція «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій - 2022», 26 – 27 травня 2022 р., м. Полтава. С. 113–116.
3. Інформація щодо діяльності піротехнічних підрозділів ДСНС. URL: <https://mvs.gov.ua/uk/news/operativna-informaciia-shhodo-roboti-pirotexnicnix-pidrozdiliv-dsns-ukrayini-6> (дата звернення 28.01.2023 р.)
4. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Протимінна діяльність. Реалізація спільних проєктів з міжнародними організаціями. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/protiminna-diyalnist>
5. Тімаков Є. В., Рашкевич Н. В. Питання безпеки під час знищення боєприпасів: XII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист», м. Черкаси, 2022 р. С. 234–236.
6. Суспільне. Новини. Від початку війни загинуло 54 рятувальника — ДСНС. URL: <https://suspilne.media/337924-vid-pocatku-vijni-zaginuulo-54-ratuvalnika-dsns/> (дата звернення 28.01.2023 р.)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВ'ЯНИХ СПОРУД

*Цапко Ю.В.^{1,2}, д.т.н., професор,
Бондаренко О.П.¹, к.т.н., доцент,
Мазурчук С.М.², к.т.н.,
Горбачова О.Ю.², к.т.н.*

¹Київський національний університет будівництва і архітектури,
²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Підвищити рівень пожежної безпеки об'єктів, де використовуються будівельні конструкції з деревини, можливо за допомогою її вогнезахисного оброблення. Його суть полягає в наданні деревині здатності протистояти дії полум'я, поширенню полум'я поверхнею, в запобіганні вільному доступу кисню, який сприяє деструкції деревини і прискоренню процесу горіння. В зв'язку з цим визначається необхідність розвитку робіт в даному напрямку з наданням особливої уваги розробці ефективних вогнезахисних покриттів з метою їх використання при спорудженні як об'єктів загальнобудівельного, так і спеціального призначення.

Найпростіші високотемпературні і вогнезахисті засоби на основі неорганічних в'язучих матеріалів містять у своєму складі зв'язану воду, яка під час нагрівання випаровується і блокує перенос тепла до захищеної поверхні. У якості зв'язки використовують натрієве рідке скло, портландцемент, глиноземистий цемент, фосфатні і алюмосилікатні в'язучі. Однак, такі покриття є недовговічними та не ефективними, а також не забезпечують достатньої адгезійної міцності, оскільки вони мають великий температурний коефіцієнт лінійного розширення [1, 2]. Спучуючі вогнезахисні матеріали діють за принципом істотного зниження теплопровідності утворених ними покриттів в результаті перетворення їх при інтенсивному тепловому впливі в пінококсові ніздрюваті шари, які значно відсувають в часі як момент загоряння горючих конструкцій з деревини.

Для встановлення горючості деревини, використовували необроблені зразки та оброблені просочувальними вогнезахисними засобами та покриттями. В табл. 1 наведено характеристики деревини після оброблення.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика маси зразків до і після обробки

№	Назва антипірену	Маса зразка		Набір маси зразка, Δm	Набір маси зразка %
		до обробки	після обробки		
1	«ФАЄРВОЛ-АТТІК»	99,40	103,4	4,00	4,2
2	«ФАЄРВОЛ-ЛАК»	103,42	110,8	7,38	5,1
3	БС-13	99,60	103,8	4,20	4,9
4	«ФАЄРВОЛ-СВ-1»	101,90	104,9	3,00	5,3
5	«ФАЄРВОЛ-ВУД»	156,00	162,5	6,50	6,7

Дослідження з визначення термічної стійкості вогнезахисної деревини проводили за методикою, суть якої полягала у впливі на зразок деревини радіаційної панелі та його запалювання, вимірюванні температура продуктів горіння та час її досягнення, час займання та проходження фронтом полум'я ділянок поверхні, довжину згорілої частини зразка.

Дослідження з визначення горючості наведено в табл.2.

Таблиця 2. Час проходження фронтом полум'я контрольних точок

Зразок деревини	Температура димових газів, °С		Час займання, с	Час проходження фронтом полум'я ділянок зразка, с									Час досягнення максимальної температури димових газів, с	Довжина горіння зразка, мм	Індекс горючості
	T ₁	T _{max}		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Необроб.	61	323	52	2	8	7	10	6	8	7	6	7	101	294	177,5
«ФАЄРВОЛ-АТТІК»	47	73	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	600	–	0
«ФАЄРВОЛ-ЛАК»	55	80	595	–	–	–	–	–	–	–	–	–	596	22	0,42
БС-13	60	86	570	396	8	9	–	–	–	–	–	–	586	62	3,42
«ФАЄРВОЛ-СВ-1»	60	89	560	380	7	9	6	–	–	–	–	–	570	84	4,11
«ФАЄРВОЛ-ВУД»	58	84	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	600	–	0

Під час випробувань зразків деревини було встановлено (табл. 2), що необроблений зразок зайнявся на 52 с, полум'я поширилося по всьому зразку протягом 100 с. Натомість, зразок вогнезахисний «ФАЄРВОЛ-АТТІК» не загорівся, просочувальним розчином БС-13 та «ФАЄРВОЛ-СВ-1», а саме суміш у кількості 271,1 г/м², зайнявся на 570 та 560 с. Поширення полум'я поверхнею відбулося тільки на перші ділянки, максимальна температура димових газів становила 86 та 89 °С за час більший понад 5 разів, а індекс горючості знизився до 4. Для зразка захищеного засобом «ФАЄРВОЛ-ЛАК» займання відбулося на останній секунді, полум'я зафіксовано на рівні 0. Для зразка вогнезахисного покриттям «ФАЄРВОЛ-ВУД» загорання не відбулося, оскільки на поверхні утворився захисний шар пінококсу, індекс горючості 0.

Таким чином, проведені дослідження горючості деревини засвідчують, що механізм вогнезахисної ефективності направлений в сторону утворення на поверхні коксового шару. Наявність вогнезахисного шару пінококсу на деревині гальмує проходження температури до деревини, що відповідно підтверджується результатами визначення індексу горючості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tsapko Yu. V., Tsapko A. Yu. Establishment of the mechanism and fireproof efficiency of wood treated with animpregnating solution and coatings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. 3/10 (87). P. 50–55. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.102393
2. Tsapko Yu., Lomaha V., Tsapko A., Mazurchuk S., Horbachova O., Zavialov D. Determination of regularities of heat resistance under flame action on wood wall with fire-retardant varnish. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 4/10 (106). P. 55–60. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210009

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ДЕРЕВИНИ ДУБУ

Чернуха А.А.¹, к.т.н., доцент,

Іванов Г.О.², к.т.н., доцент,

Кушова Т.О.²,

Полянський П.М.²

¹*Національний університет цивільного захисту України,*

²*Миколаївський національний аграрний університет*

На теперішній час в Світі чимало сучасних інноваційних будівельних матеріалів які все більше приходять на зміну натуральним природним матеріалам таким як деревина. Але запит на екологічність, натуральність, природність в нашому урбаністичному суспільстві лишається до тепер. Одним з основних завдань кожної демократичної Держави є забезпечення безпеки в суспільстві. Таким чином попередження надзвичайних ситуацій, мінімізація їх негативних наслідків при застосуванні деревини в будівництві є актуальною науковою проблемою [1, 2].

Одним із способів вогнезахисту деревини є просочування. При локальному впливі короткочасного джерела запалювання вогнезахисні покриття ускладнюють горіння дерев'яних конструкцій, полегшують гасіння пожежі, а в ряді випадків виключають можливість його виникнення. У більшості вогнезахисних засобів їх ефективність залежить від кількості обробок, нанесення на поверхню, що захищається. При застосуванні вогнезахисних просочувальних засобів кількість обробок для досягнення І-ої групи вогнезахисної ефективності складає 3–4. Для ДСА – 3.

Вогнезахисна просочування деревини здійснюється двома методами – методом поверхневого нанесення і методом глибокого просочення. Метод глибокого просочення доцільно застосовувати для попередньої обробки вихідної деревини або виробів з деревини невеликих розмірів. Метод поверхневої обробки застосовують для обробки готових будівельних конструкцій. Деревина, оброблена просочувальними складами, зберігає свою фактуру, що робить її затребуваною у випадках, якщо висуваються високі вимоги до декоративних характеристик виробів з деревини. Речовини, які в результаті введення в деревину зменшують її горючість, називають - антипірени. Дія антипіренів на процес горіння деревини пояснюється такими механізмами:

- речовини, введені в деревину поглинають тепло на свій нагрів і термічний розклад;
- газоподібні негорючі продукти термічного розкладання антипіренів розбавляють горючі гази в просторі над деревиною;
- в результаті термодеструкції антипіренів утворюються інгібітори реакцій, що протікають в зоні горіння над поверхнею деревини;
- антипірени змінюють механізм реакцій термодеструкції деревини в бік утворення негорючих газоподібних продуктів (CO_2 , H_2O) і пористого поверхневого карбонізованого шару;
- запобігання реакції гетерогенного горіння шляхом ізоляція поверхні вуглецевого шару від кисню повітря.

Метою роботи є встановлення впливу породи деревини на ефективність вогнезахисного засобу на прикладі деревини дубу та засобу ДСА. Отримати залежність вогнезахисної ефективності засобу від кількості обробок та кількості сухого засобу для обробки.

Випробування проводять на трьох зразках. Зразок тримають у полум'ї пальника протягом 2 хвилин. Через 2 хвилини подачу газу припиняють і залишають зразок в

приладі для охолодження до кімнатної температури. Охолоджений зразок дерева виймають з керамічного короби і зважують.

За результат випробувань приймають середнє арифметичне трьох випробувань. Залежно від величини втрати маси зразків, визначеної за класифікаційними методом випробувань, вогнезахисне покриття або просочувальний засіб належать до таких груп вогнезахисної ефективності

Типи зразків, що досліджено – деревина дубу оброблена ДСА від 4 до 6 разів. При дослідженні наведених зразків нами обрано середні значення наведені в протоколах випробувань, таким чином для кожного типу зразка, параметри випробувань приведені як середнє арифметичне трьох випробувань.

Процент втрати маси зразка значно зменшується при введенні більшої кількості сухої суміші вогнезахисного засобу, але мінімальна кількість просочувань для досягнення першої групи вогнезахисної ефективності складає 6. Для ефективного практичного використання засобу безумовно має велике значення кількість обробок. Від цієї характеристики залежить ціна обробки, кількість складу, час проведення робіт.

При розрахунку фактичних витрат вогнезахисного складу для досягнення необхідного ступеню вогнезахисної ефективності, побудована залежність відсоткової втрати маси зразка при стандартних випробуваннях. Отримана залежність процент втрати маси зразком деревини дубу при стандартних випробуваннях в залежності від маси сухої речовини витраченої на обробку зразка. Достовірність апроксимації $R^2 = 1$.

Після виконання дослідження вогнезахисної ефективності ДСА передбачене в нормах на прикладі обробки деревини дубу, можна проаналізувати вогнезахист інших порід деревини. Під час попередніх досліджень вже отримані вогнезахисні характеристики основних вогнезахисних засобів для деяких порід деревини. Породи деревини з великою питомою масою мають погану просочувальність в наслідок чого необхідна більша кількість обробок для досягнення I-ої групи вогнезахисної ефективності за ГОСТ 16363. Отримана залежність втрати маси обробленого зразка деревини від кількості вогнезахисного складу при стандартних випробуваннях надає можливість інженерного, економічного та інших розрахунків при виконанні робіт щодо вогнезахисту.

Досліджений вплив особливостей деревини різних порід на ефективність вогнезахисних просочувальних засобів на прикладі дубу та засобу ДСА. Встановлено, що стандартний метод досліджень вогнезахисної ефективності з використанням виключно сосни не може надати справедливі дані, щодо ефективності засобу до інших порід деревини. Так, згідно інструкції засобу, що випробуваний, необхідно 3 нанесення, але для дубу для досягнення I-ої групи вогнезахисної ефективності знадобилось 6 нанесення. Отримано залежність вогнезахисної ефективності від маси сухого засобу, що важливо при обробці засобом ДСА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Teslenko A., Chernukha A., Bezuglov O., Bogatov O., Kunitsa E., Kalyna V., Katunin A., Kobzin V., Minka S.. Construction of an algorithm for building regions of questionable decisions for devices containing gases in a linear multidimensional space of hazardous factors. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 5 (10 (101)). 2019. P. 42–48.
2. Kireev A., Tregubov D., Safronov S., Saveliev D. Study insulating and cooling properties of the material on the basis of crushed foam glass and determination of its extinguishing characteristics with the attitude to alcohols. Materials Science Forum. 1006. 2020. P. 62–69.

КОРОЗИЯ БЕТОНУ СПОРУД ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА В УМОВАХ БІОГЕННОЇ СІРЧАНОКИСЛОТНОЇ АГРЕСІЇ

Юрченко В.О., д.т.н., професор,

Мельнікова О.Г., к.т.н., доцент,

Левашова Ю.С., к.т.н., доцент,

Косенко Н.О., к.т.н., доцент

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Біогенна сірчанокислотна корозія бетону є постійним ризиком для споруд водного господарства, де в експлуатаційних середовищах є сірководень і його похідні [1, 2]. Сірководень, що накопичується в атмосфері споруд водовідведення, розчиняється в конденсатній волозі на зводі і в аеробних умовах окислюється тіоновими бактеріями до сірчаної кислоти. Така корозія зменшує довговічність самопливних залізобетонних трубопроводів водовідведення втричі [2]. Високий вміст сірководню в воді притаманні водному господарству об'єктів видобутку нафти.

До 90 % сірководню, що виявляється в середовищах біосфери, утворено мікробіологічним шляхом – в результаті бактеріальної сульфатредукції (відновлення сульфатів) [3]. В спорудах водного господарства промислових підприємств привабливе середовище для розвитку сульфатредукуючих бактерій, створюється на ділянках, де формуються глибоко анаеробні умови (гравітаційний поділ й тривале відстоювання, трубопроводи з ламінарною течією води), а вода містить органічні сполуки та сульфати. В газоповітряному середовищі надводного простору, що містить сірководень, найбільш агресивним середовищем, яке впливає на надводні частини бетонних споруд, є плівкова конденсатна волога. Її корозійну агресивність формує життєдіяльність тіонових бактерій шляхом накопичення протонів та солевмісту [4]. Динаміку кислотної корозії бетону об'єктивно відбиває накопичення біогенних кислот, що можна контролювати за значенням рН зразків. Для опису глибини корозійного ураження бетону в мережах водовідведення (h_k) при представленні концентрації діючої сірчаної кислоти через рН запропоновано формулу [4]:

$$h_k = \sqrt{817,51 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-pH} D_k t_a + \delta^2} - \delta, \quad (1)$$

де D – ефективний коефіцієнт дифузії, $\text{см}^2/\text{год}$; δ – відстані дифузії агресивної сірчаної кислоти углиб неушкодженого бетону за фронт корозії, см ; t_a – тривалість кислотної агресії, год .

Мета роботи: – ідентифікація виду й кінетичних показників корозії бетону надводної частини споруд водовідведення міського водного господарства та водного господарства промислового об'єкта.

Експериментально дослідили зразки бетону, які відібрали з надводної частини самопливного каналізаційного колектора й первинного відстійника міських споруд каналізації та нафтопастки на об'єкті нафтовидобутку. В зразках бетону за методиками, рекомендованими нормативними документами України й науково-технічною літературою, визначали: загальну концентрацію сульфуру, концентрацію сульфатів, концентрацію кальцію валову та рухливих сполук. Потенціометрично з допомогою твердофазного електрода встановлювали рН бетону. Фазовий склад бетону визначали рентгенфазовим аналізом. Концентрацію сірководню в газоповітряному середовищі над водною частиною споруд визначали з допомогою газоаналізаторів.

Як показали результати досліджень, рН зразків бетону об'єктів водного господарства був значно нижче, ніж рН контрольного зразка. Вміст сульфуру та сульфатів в зразках бетону зростає порівняно з контрольним. Це одностайно свідчило про агресивний вплив на бетон сірчаної кислоти. Чим нижче був рН бетону тим нижче концентрація загального кальцію та вище концентрація рухливого кальцію й гіпсу. Результати розрахунку глибини дифузії біогенної кислоти в зразки дослідженого бетону та швидкість їх корозії (табл.) показали, що бетон первинного відстійника та нафтопастка зазнає агресивного впливу, але швидкість його корозії практично дорівнює нулю. А от бетон, відібраний із зводової частини каналізаційного колектора, зазнає інтенсивного агресивного впливу та має значиму швидкість корозії.

Таблиця 1. Корозійне ураження бетону досліджених споруд водного господарства

Зразки бетону	рН плівкової вологи	D, см ² /год	Глибина дифузії біоген. к-т , мм	Швидкість корозії, мм/рік
Каналізаційний колектор	3,50	0,025	15,8	0,43
Первинний відстійник	5,68	0,0059	2,64	0,06
Нафтопастка	5,5	0,0078	1,86	0,08

Інструментальних визначено, що концентрація сірководню в газоповітряному середовищі, що впливає на бетон, позитивно корелює з швидкістю корозії бетону. Накопичення в кородуючому бетоні кислот, сульфуру, сульфатів, збільшення концентрації рухливого кальцію та наявність в експлуатаційному газоподібному середовищі, що впливає на бетон, сірководню свідчили про те, що бетон уражений біогенною сірчано-кислотою агресією.

ЛІТЕРАТУРА

1. Забелін С. А., Алейнікова А. І. Сучасний підхід до дослідження біогенної корозії каналізаційних колекторів Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2017. Вип. 172. С. 20–36.
2. Дрозд Г. Я., Зотов Н. И., Маслак В. Н. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация. Донецк: ИЭП НАН Украины, 2003. 260 с.
3. Dong Q., Shi H., Liu Y. Microbial character related sulfur cycle under dynamic environmental factors based on the microbial population analysis in sewerage system. *Frontiers in microbiology*. 2017. № 8.
4. Юрченко В. А., Бригада Е. В., Архипов О. В. Кинетика биогенной коррозии бетона в канализационных сетях (химия, микробиология и контроль процесса). Lambert Academic Publishing Saarbrücken, Germany. 2014. 69 p.

UDK 614.84

THE TASK OF SIMULATING INDIVIDUAL CURRENT MOVEMENT FLOW OF PEOPLE

*Danilin O., PhD., Associate Professor
National University of Civil Defence of Ukraine*

Let's imagine the task of modeling the individual flow movement of a group of people of different composition (children, adults, elderly people). The main restrictions will be restrictions on the direction of non-crossing people and on the condition of their determination in the area, taking into account the allowable distances between them (the smaller the better). The most minimal distances will come from technological limitations, such as taking into account the movement, the sufficiency of the distance between people, etc. For example, the primary data on the direction of movement of people are given in the condition shown in Fig. 1.

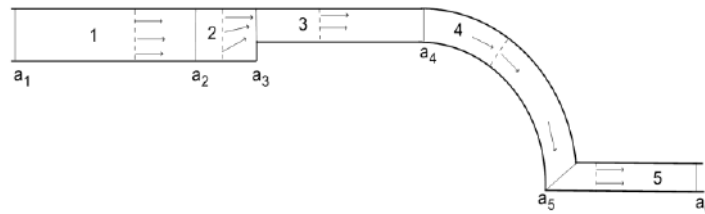


Fig. 1. Representation of the movement path.

For example, the distance that we consider is distributed into areas, according to the corresponding numbers 1, 2, ..., m (in this example, $m=5$) and limited by the separators a_1, a_2, \dots, a_{m+1} . Each segment is determined by the same requirement to determine the main vector of movement and the nature of the movement of people walking in it. We will also consider several types of movement: straight movement (sections 1-3, 5) and movement along a curve, for example, a corridor or winders (section 4). To determine the direct (main) direction of motion, we characterize the m th region in terms of Ω_m . The denominator a_m provides movement for areas with a direct (main) type of movement, or people walk along the wall along the shortest path for areas with a curvilinear type of movement so that the directions that are analyzed are nearby. With an unambiguous change in the width of the corridor (winder steps) in the segment of the analysis, the length of the evacuation route will also change, which accordingly affects the evacuation time.

Let's pay attention to the area with rectilinear movement. In these regions, the movement from the analyzed point is represented by a vector that unites two points (taking into account the homothety coefficient). The solution of the main direction of movement of people at this moment is shown in Fig. 4 in another segment. To solve the main direction of movement of people in the area, the above points are connected accordingly [1].

Also, in parallel with this, we will consider that each person is represented as a cut of a semi-ellipse, the direction of movement is directed. The main direction and principle of movement are indicated for each of the people (individuals) at each segment of their movement (with a certain time interval of 1 second). As a result of solving the characteristics, we will also introduce some deviations, which are associated with individual characteristics (speed of movement, motion vector, evacuation time, etc.). The direction angle of the semi-ellipse is calculated between the perpendicular to the semi-major axis and the vector of the main evacuation direction of people.

Consider mathematical model of the individual-and-flow movement of people by the

use of an example of the evacuation problem.

Let the region of evacuation has no circular sections (for simplification of calculations). Assume that an N_k person with location parameters is at the k -th iteration in the evacuation region Ω_m .

$$u_{ki} = (x_{ki}, y_{ki}, \theta_{ki}), i = 1, 2, \dots, N_k,$$

where (x_{ki}, y_{ki}) are location coordinates of the local coordinate system origin (the current point), and θ_{ki} is the angle of rotation of the i -th ellipse E_i with dimensions of its semiaxes (a_i, b_i) serving as a model of the i -th person.

Also, characteristics of speed v_i (in meters per second) and maneuverability m_i , $m_i < 1$ (in meters) are attributed to the object E_i . Vector of the main movement direction $d_{ki} = (d_{ki}^x, d_{ki}^y)$

with directing vector cosines $(\hat{d}_{ki}^x, \hat{d}_{ki}^y)$ is defined for each current point with coordinates (x_{ki}, y_{ki}) .

Then the mathematical model of the subproblem at the k -th iteration can be formulated as a search for the maximum of the aggregate movement of the people who are in the region of evacuation, i.e.:

$$F(u^*) = \max_{u \in W_k \subset \mathbb{R}^n} F(u), \quad (1)$$

$$W_k = \{u \in \mathbb{R}^n : \gamma_{ij} \geq 0; \gamma_i \geq 0; T_i \geq 0; i < j \in I_{N_k}\}, \quad (2)$$

where $u = (\Delta t_1, z_1, x_1, y_1, \theta_1, \dots, \Delta t_{N_k}, z_{N_k}, x_{N_k}, y_{N_k}, \theta_{N_k})$, $n = 5N_k$,

$$F(u) = \Delta t \sum_{i=1}^{N_k} \Delta t_i v_i,$$

$$\gamma_{ij} \geq 0: \Phi^{E_i E_j}(x_i, y_i, \theta_i, x_j, y_j, \theta_j, t_{ij}) -$$

$$-r_{ij} \geq 0, \gamma_i \geq 0: \Phi^{E_i \Omega_m}(x_i, y_i, \theta_i) - r_i \geq 0,$$

$$i < j \in I_{N_k}$$

are the quasi-phi-functions of the type (6), (7),

$$T_i \geq 0: \begin{cases} 0 \leq \Delta t_i \leq 1, \\ -m_i \leq z_i \leq m_i, i \in I_{N_k} \end{cases},$$

$$x_i = x_{ki} + v_i \Delta t_i \hat{d}_{ki}^x \Delta t - z_i \hat{d}_{ki}^y,$$

$$y_i = y_{ki} + v_i \Delta t_i \hat{d}_{ki}^y \Delta t + z_i \hat{d}_{ki}^x, \theta_i = \theta_{ki} + \Delta_{ki},$$

Δt_i – is relative step by the time of movement of the i -th person, $\Delta_{ki} = \hat{\theta}_{ki} - \theta_{ki}$, $\hat{\theta}_{ki}$

is the ellipse rotation angle at the point:

$$(x_{ki} + v_i \Delta t_i \hat{d}_{ki}^x \Delta t, y_{ki} + v_i \Delta t_i \hat{d}_{ki}^y \Delta t).$$

By its construction method, the feasible region W_k can be presented as a union h (h is some large number depending on the quantity and type of the objects) of subregions of the following form:

$$W_k = \bigcup_{s=1}^h W_{ks}, \quad (3)$$

where W_k is described by a system of inequalities with smooth functions in the left part [1].

Representation of the feasible region as a union of subregions (3) allows us to reduce the search for the local problem extremum (1), (2) to the solution of a sequence of problems of nonlinear programming by means of the following algorithm.

REFERENCES

1. Kallrath J., Rebennack S. Cutting Ellipses from Area-Minimizing Rectangles. *Journal of Global Optimization*. 2013. Vol. 59 (2-3). P. 405–437. DOI:10.1007/s10898-013-0125-3.
2. Danilin A. N., Komyak V. V., Komyak V. M., Pankratov A. V. Packaging ellipse in a rectangle of minimal area. *USiM*. № 5. P. 5–9.

IMPACT PROPERTIES OF THE MATERIAL OF THE ISOLATION ON THE PARAMETERS OF THE LOADED CABLE LINES

*Kulakov O., Ph.D (Tech. sciences), Associate Professor,
Kustov M., Dr.Sc. (Tech. sciences), Associate Professor,
Katunin A., Ph.D (Tech. sciences), Senior Researcher,
Roianov O., Ph.D (Tech. sciences), Associate Professor
National University of Civil Defence of Ukraine*

The statistical data about the fires in Ukraine demonstrates that in the country there has been the unsatisfactory situations with the fires from the cable products. Among the electro-technical products on fire insecurity the cable products takes first place (about 60 % of the fires, 20 % of the dead cases and 70 % of direct loss of material property). At the production of cable products the main measures of decrease in their fire insecurity is the reduction of combustible materials masses and the use of the materials with the lowered level of inflammability, smoke - and gas emission. The counted period of service of cable products is in average 30 years. On the real objects the cable products are operated much longer time. Therefore as a part of cable lines the cable products which were mounted at the different building constructions are operated and, respectively have to be more fire-safe in comparison with the modern cable products [1].

Let's estimate the influence of the thermodynamic properties of the isolation material on the parameters of the loaded cable lines. For this purpose we will construct a thermodynamic model of the work of the loaded cable line, that is we will estimate heat exchange between the cable line and external space and we will define its maximum allowed current loadings. Let's solve for the elementary a case of the single-core cable product with single-layer isolation laid in the air.

The maximum allowed current I_{\max} for a cable product at the temperature inhabited ($t_1 > t_{\text{air}}$) can be calculated by a formula:

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{S}{\rho} \cdot \frac{t_1 - t_{\text{air}}}{\frac{1}{2\pi \cdot \lambda_2} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \frac{1}{\pi \cdot \lambda_{\text{air}} \cdot \text{Nu}_0}}}, \quad (1)$$

where is the:

S – the cross-sectional area of conducting lived the radius, m^2 ; ρ – specific electrical resistance of material lived, $\Omega \cdot \text{m}$; t_1 – temperature of the lived, K; t_{air} – air temperature of the environment, K; λ_2 – coefficient of the heat conductivity of the insulating material of a cable product, $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$; r_1 – radius of the conducting lived, m; r_2 – the maximum external radius of the cable, m; λ_{air} – value of coefficient of the heat conductivity of the air at the certain temperature, $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$; Nu_0 – Nusselt's number of process of a convection thermolysis between the air and the surface of the cable product.

Let's check the correctness of the formula (1). In [2, 3] it is given proceeded admissible currents for the new cable products depending on their design and service conditions. In particular at the temperatures lived $t_1=338$ K and surrounding environments $t_{\text{air}}=298$ K for

the wire with rubber or polyvinylchloride isolation with a section of 10 mm^2 at an open way to laying proceeded admissible current equally $I_{\text{possible}} = 80 \text{ A}$ (table 1.3.4 [2]). Coefficient of heat conductivity of new rubber or polyvinylchloride isolation $\lambda_2 = 0,16 \div 0,19 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$, Coefficient of heat conductivity of the air $\lambda_{\text{air}} = 2,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$, specific electrical resistance of copper $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ [4]. To the cross-sectional area $S = 10 \text{ mm}^2$ of a single wire there corresponds radius $r_1 = 1,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, the maximum radius of the cable r_2 is accepted equal $r_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, we receive: $R_{\lambda, \ell} = 0,716 \frac{\text{K} \cdot \text{m}}{\text{W}}$, $\text{Nu}_0 = 2,807$, $I_{\text{max}} = 68 \text{ A}$. The value I_{max} which is calculated differs from standard I_{possible} for 15% that can be considered satisfactory.

The analysis of dependence of the maximum allowed current I_{max} (formula (1)) for the copper single-core wire with one layer rubber (or polyvinylchloride) isolation from insulation layer thickness at various ambient temperatures allows to draw the following conclusions:

- the value of the maximum allowed current significantly depends on insulation layer thickness, at the same time growth I_{max} corresponds to the growth of the thickness $r = r_2 - r_1$ - it is caused by the fact that the growth of thickness of the isolation provides the decrease in the heat exchange with the environment;

- the environment temperature also affects the value of the maximum allowed current: Its growth causes decrease I_{max} : so growth of the temperature on 5°C causes to the decrease I_{max} approximately on 5 A in the certain conditions;

Received dependences of the maximum allowed current I_{max} for a copper single-core wire with one insulation layer from heat conductivity coefficient at various ambient temperatures in a complex to schedules of dependences of the maximum allowed current for the copper single-core wire with one insulation layer from insulation layer thickness at the various ambient temperatures allow to develop recommendations both to insulation layer thickness, and in composition of material of isolation at operation of cable products in different conditions.

REFERENCES

1. Домніч І. К., Кравченко Р. І., Солодовніков І. О., Кулаков О. В., Харченко І. О. Пожежна безпека кабельної продукції: практичний посібник. Харків: УЦЗУ, 2008. 216 с.
2. Правила улаштування електроустановок. Київ: Міненгерговугілля України, 2017. 617 с.
3. IEC 60287-1-3:2002. Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-3: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses - Current sharing between parallel single-core cables and calculation of circulating current losses. Geneva: Publication IEC, 2002. 39 p.
4. Шаршанов А. Я., Рябова І. Б. Термодинаміка і теплопередача у цивільній безпеці. Харків: НУЦЗУ, 2013. 380 с.

COMPUTER SIMULATION OF FIRES IN GRAIN CROPS

*Kuzyk A., DSc, Professor,
Tovarianskyi V., PhD, Associate Professor
Lviv State University of Life Safety*

In Ukraine and the world, there is a trend of increasing emergency situations. In addition to fires in everyday life or in transport, natural fires constantly occur, in particular fires in ecosystems. A separate category of natural fires is crop fires. A significant fire hazard is characteristic of crops of wheat, rye, etc. and is characterized by damage to territories over large areas, and as a result, the loss of grain. The fire safety of crops is not only in the application of rules and knowledge, but also in the study of such fires.

The purpose of the work is to justify the expediency of using the *WFDS* model for the study of fires of grain crops during the ripening period as fires in agroecosystems and to compare the obtained results with similar results of grass fires.

The studies were carried out according to our own methodology on plots sown with common wheat and rye, in July 2022 on the territory of the Yavoriv district of the Lviv region. In the process of work, the following instruments were used: a measuring tape, a *Kestrel 4000* weather station, a *Canon powershot a550* digital camera, and a laboratory oven. The wind speed, as well as atmospheric air humidity, were measured by a weather station within the plant layer and 0,5 m above its level; the humidity of the combustible material was determined using the gravimetric method, by weighing the selected samples of the aerial parts of wheat and rye immediately after shearing and after drying in a drying chamber to a dry state at a temperature of $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ for 2 hours. For modeling fires, the *WFDS* model and software [1, 2] were used. The height of grain crops was chosen as in [2]: 20–100 cm with an interval of 10 cm. The wind speed in the direction of fire propagation was chosen as 0, 1, 2, and 3 m/s. Subsequent actions were performed according to the method described in [2], namely: arson was carried out at the beginning of the study area in one place; virtual thermocouples for determining temperatures in the combustion zone were installed at a height of 0–100 cm from the soil surface; the simulation time was set to 5 min. The image of fire models for wheat and rye is presented using the *Smokeview* application in fig. 1.

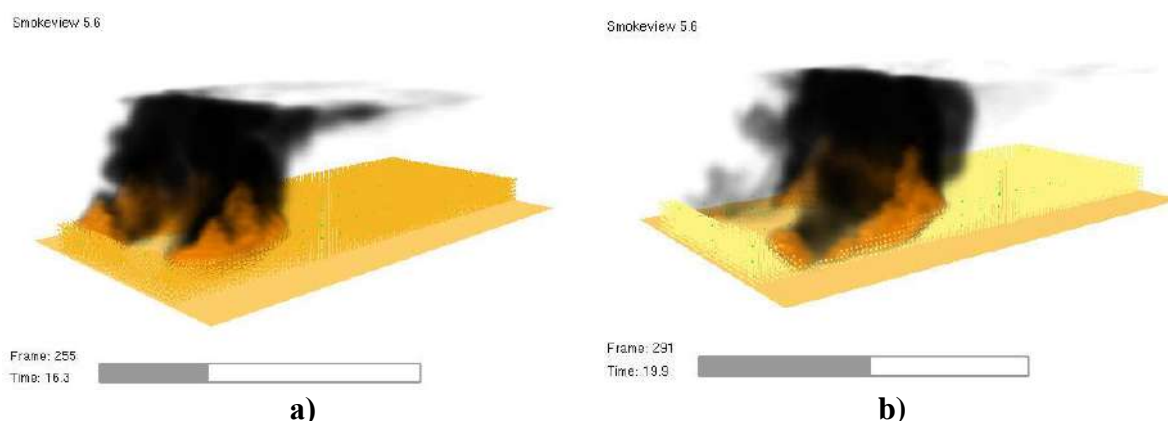


Fig. 1. Visualization in Smokeview of the process of fire propagation in areas covered with wheat (a) and rye (b) (plant height – 60 cm, wind speed – 1 m/s).

The results show that in the absence of wind, the fire front propagation velocity for all plants increases with the height of the plant layer from 0,2 to 1 m. For wind speeds from 1 to 3 m/s, the fire propagation velocity for all plants also increases with the layer height. from

0,2 m to 0,8 m, and at a height of 1 m they decrease slightly. For rye, the fire front propagation velocities are greater than the corresponding fire propagation velocities for wheat crops for wind speeds of 0 and 1 m/s. At a wind speed of 2 m/s, this figure is higher for wheat crops. In particular, for a wheat fire 0,4 m high and with a wind speed of 2 m/s, the speed was 21,43 m/min, which is 1,12 times higher than the corresponding value for rye under similar conditions. And when the wind speed is 3 m/s, there is practically no difference between the fire front propagation speeds for both crops. For the objectivity of the research, we compared the obtained data on the grass fire in accordance with [2]. Based on these data, the dependences of the maximum values of the spread rates of fires of combustible plant materials on their height as the most dangerous factors, taking into account material damage and harm to the environment, are plotted.

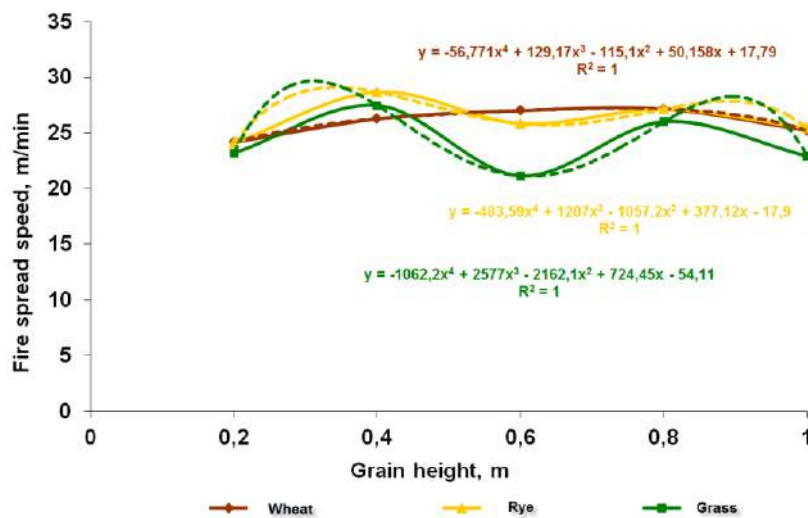


Fig. 2. Speeds of spreading of fires of the studied cereals.

Comparing the research results, we note that the maximum propagation speeds of the fire front of wheat, rye and grass are generally close and are in the range of 25–30 m/min. The propagation speed of the grass fire front, starting from a height of 0,6 m, is somewhat less than that of rye and wheat, except for a height of 0,4 m, for which this indicator slightly exceeds the corresponding value for wheat by 1,21 m/min. And the speed of spread of the fire front in the area of wheat with a plant height of 0,2 m was the lowest.

Conclusion. It is expedient to use the *WFDS* software not only to study fires in natural ecosystems with a predominant grass cover, but also fires of plant combustible materials that are crops and form agroecosystems – wheat, rye, etc.

REFERENCES

1. Mell W. et al. Computer modelling of wildland-urban interface fires. *Fire & Materials*. San Francisco. 2011. P. 36.
3. Кузик А. Д., Товарянський В. І., Драч К. Л. Моделивання процесів виникнення і поширення пожеж у трав'яних екосистемах. *Пожежна безпека*. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. № 36. С. 4–48.

INCREASING THE EFFECTIVENESS OF THE COMPLEX OF TECHNICAL MEANS OF INFORMING PASSENGER PLANES IN THE EVENT OF AN EMERGENCY SITUATION IN HIGH-ALTITUDE FLIGHT CONDITIONS

*Rudakov S.¹, Ph.D (Technical Sciences), Associate Professor,
Saimbetova Z.²*

¹*National University of Civil Defence of Ukraine,*

²*Bayer KAZ LLP, Kazakhstan*

Statistics of aviation events and aviation incidents indicate the presence of risks of emergency situations (ES) in high-altitude flights caused by depressurization of aircraft cabins and/or cabins. The speed of development of such emergencies, underestimation by the crew and passengers of potential dangers, which are accompanied by psycho-emotional stress, indicates and conditions the need for improvement of means, methods and technologies for ensuring the safety of airplane passengers.

According to the results of the study of the effectiveness of measures to ensure safety in the event of a high-altitude flight emergency, based on the results of a questionnaire and interviews with the crew and passengers who have been in a high-altitude flight emergency, it is possible to increase safety in such situations by informing about the potential danger of an emergency situation in real time. It is possible to implement such information by calculating and presenting in real time an estimate of the reserve time of a person's consciousness in the event of an emergency situation, taking into account the dynamics of the development of such an emergency.

Scientific and technical progress led to the creation of technical means that allow to calculate and present to the passengers of the plane estimates of the reserve time of the preservation of consciousness in the emergency of high-altitude flights. However, the complex of technical means that provide such information is imperfect. Thus, the contradiction between the potentially available possibilities of informing aircraft passengers in the event of an emergency and the lack of a complex of technical means that allow such information to be implemented is an urgent problem.

The purpose of the work is to evaluate the effectiveness of improving the safety of aircraft passengers in the event of an emergency situation of high-altitude flight due to the use of a complex of technical means of informing passengers using expert evaluation.

To achieve the set goal, the following tasks must be solved:

– to develop a structure of argumentation of expert assessments regarding the degree of influence of each source on decisions made by the expert regarding the use of technical means of information by passengers in the event of an emergency;

- to investigate the effectiveness and priority of the use of a collective and individual complex of technical means of providing information to aircraft passengers in the event of an emergency situation with the involvement of experts in this subject area.

The study of the effectiveness of the complex of technical means of providing information to aircraft passengers in the event of an emergency (verification of the proposed solutions) can be performed in two ways:

- 1) based on the results of experimental studies;
- 2) with the involvement of experts in the subject field.

Conducting experimental research is associated with objective difficulties:

production and certification of developed technical means; creation of real emergency conditions with the reproduction of all physical and psychological factors that affect the safety of passengers.

Collective (group) expertise is widely used in forecasting possible and most likely ways of development of science and solving the most difficult tasks, a comprehensive analytical description of which causes difficulties [1–2].

The use of experts as sources of information is based on the hypothesis that they - specialists in a specific field of knowledge - have hypothetical ideas about the subject and a priori assessments of the significance of various decisions, which is the result of the mobilization of their professional experience and intuition. The following requirements apply to experts [3]:

- high level of general erudition;
- in-depth specialized knowledge in the assessed field;
- the ability to adequately reflect the real state of affairs in the analyzed field of knowledge;
- the presence of a psychological attitude to the future (perspective);
- the presence of academic scientific interest in the assessed problematic issue;
- availability of production and (or) research experience in the evaluated field of knowledge;
- the relative stability of the estimate over time in the absence of additional information that can objectively affect the estimates.

A group of 15 experts was formed for the examination, including: 4 aviation equipment operation engineers, 3 aviation doctors, 3 parachutists-instructors, 2 pilots, 2 climbers-instructors, 1 diver-instructor.

The determination of the competence of the group of experts was carried out according to the outlined methodology. The average arithmetic value of competence turned out to be equal to 0.94, which allows us to consider the results of the examination significant enough for the solution of the research tasks.

The experts were presented with the developed technical means and asked to fill out the questionnaire on the condition of anonymity, choosing an assessment for each variant of the technical solution.

Experts highly rated the proposed technical solutions, pointing out their positive impact on safety during high-altitude flight emergencies. Some experts downgraded the technical solution, which provides for voice information about the danger of an emergency, believing that the voice notification can prevent passengers from adequately perceiving the commands and instructions of the crew members, on the difficulty of selecting the right tone of the voice announcer, as well as on the difficulty of informing passengers in several languages in extreme high-altitude emergency conditions.

Given the availability of several options for technical solutions regarding individual and collective informing of aircraft passengers in the event of an emergency, experts were asked to rank the options for technical solutions separately for each type of information to identify the best options.

In this case, the definition of the generalized opinion of the group of experts was reduced to the calculation of the average arithmetic rank for the f -th option on the m -th question (S_{fm}) taking into account the numerical value of the competence coefficient of each expert. Experts assigned rank 1 to the best option, rank 2 to the next most preferred option, etc. At the same time, the requirement to strictly order the solution options was applied, not assuming the assignment of the same ranks to two or more technical solution options.

When processing the examination results, the value of the average arithmetic rank was determined by the formula:

$$S_{fm} = \frac{1}{n * \sum_{i=1}^{n^*} K_i^{KOMII}} R_{if}$$

where R_{if} is the rank of the i -th option assigned by the n^* -th expert; K_i COMP – coefficient of competence of the i -th expert; n^* is the number of experts who assigned the rank of the f -th variant.

The best variant of the technical value with the smallest value of S_{fm} is considered. (table 1).

Table 1. The result of the examination of options for technical solutions regarding individual information

Version	The number of experts who indicated the rank					
	1	2	3	4	5	6
Oxygen mask with digital indicator	1	7	3	1	3	0
Oxygen mask with indicator light	0	4	2	6	2	1
Oxygen mask with digital and light indicators	13	2	0	0	0	0
Aviation chair with digital indicator	0	1	5	6	3	0
Aviation chair with indicator light	0	0	1	0	2	12
Aviation chair with digital and light indicators	1	1	4	2	5	2

Thus, the coefficient estimate K_f^{V3f} was calculated for each variant of the technical solution. This assessment characterizes the degree of consistency of experts' opinions about the advantages: the larger the value, the higher the degree of consistency of experts' opinions about the relative importance of the technical solution option.

The results of the examination of options for technical solutions (tables 1) show that the best option for individual information of airplane passengers about the danger of a high-altitude emergency is considered by experts to be an oxygen mask with a digital and light indicator, and the best option for collective information is a collective information board with a digital indicator. These options for informing passengers about the danger of a high-altitude emergency should be considered as a priority.

The structure of argumentation of expert evaluations regarding the degree of influence of each source on the decisions taken by the expert regarding the use of technical means of information by passengers in the event of an emergency situation has been developed. The numerical values of the argumentation coefficient, which correspond to the combination of the sources of argumentation, taking into account their influence on the expert's opinion, decrease when moving from "production experience" to "theoretical analysis" and from the latter to other sources of argumentation and fall in the range from 0.05 to 0.5.

The awareness coefficient corresponds to formalized information about the expert's awareness of each of the discussed issues. The numerical value of such coefficients is in the range from 0.2 to 0.7. The coefficient of variation of ranks was calculated for each technical solution (individual and collective informing), which was used to assess the degree of consistency of experts' opinions regarding the effectiveness of the application of such solutions.

The effectiveness of the use of a collective and individual complex of technical means of providing information to aircraft passengers in an emergency situation with the involvement of experts in this subject area was investigated. The results of an expert survey of a group of 15 specialists in the field of aviation safety (the assessment of the competence of the opinion of the expert group was 0.94) showed that the developed technical means of individual and collective informing of aircraft passengers in emergency situations of high-altitude flight provide a significant increase in the safety of passengers in these conditions.

Experts consider an oxygen mask with a digital and light indicator to be the best option for individually informing airplane passengers about the danger of a high-altitude emergency, and the best option for collective information is a collective information board with a digital indicator.

REFERENCES

1. Baar T., Schulte H. Safety analysis of longitudinal motion controllers during climb flight. *System Informatics*. 2019. № 14. P. 11–18.
2. Ding S., Gu Q., Liu J. Flight safety system evaluation and optimal linear prediction. *Transactions of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics*. 2019. Vol. 36. № 2. P. 205–213.
3. Рудаков С. В., Кулаков О. В., Миргород О. В., Петухова О. А. Ефективність технічних засобів інформування пасажирів повітряних суден при надзвичайних ситуаціях. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. Харків: НУЦЗУ, 2022. Вип. 36. С. 133–146. DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2022-36-11>

UDC 614.841

THE MAIN DIFFERENCES OF THE APPLICATION OF EUROCODES FROM THE NATIONAL NORMATIVE BASE FOR DETERMINING THE FIRE PROTECTION OF STEEL BUILDING STRUCTURES

Tryhub V.¹, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor,

Matushkyn M.¹,

Turutanov O.², Candidate of Sciences,

¹*National University of Civil Defence of Ukraine,*

²*Comenius University, Bratislava, Slovakia*

In the event of a fire, the fire resistance limit of the load-bearing structures is of the greatest importance for the safe evacuation of people who are in the building and fire-rescuers who carry out work on its elimination. This is especially important for load-bearing metal structures, because they have a high thermal conductivity and, upon reaching a critical temperature, lose their load-bearing capacity with further destruction.

The bearing capacity of structures is an important indicator that ensures the strength and stability of structures of construction objects, their ability to withstand constant and temporary loads without losing their efficiency. Features of ensuring the bearing capacity of metal structures must be taken into account both at the design stage and during operation.

Until July 1, 2013, the design of metal structures in Ukraine was carried out exclusively in accordance with national regulatory documents [1, 2]. After the specified date, in accordance with [3], a regulatory framework was approved that allows alternative use of European standards (Eurocodes) in the design of building structures.

Eurocodes is a set of European standards for designing structures of buildings and structures, which was developed by the European Committee for Standardization on the basis of an agreement with the Commission of the European Community. Eurocodes apply to the design of reinforced concrete, metal, steel-reinforced concrete, stone, wooden, aluminum structures, design under the action of all types of loads, including seismic and fire, as well as geotechnical design.

Thus, today in Ukraine there are 3 main regulatory documents in force, according to which calculations of fire resistance of metal structures are carried out [1, 2, 4].

The main differences in the approach to the design of steel structures according to [4] compared to [1, 2]:

- Eurocodes are not focused on manual calculation methods, but on computer ones. In Ukraine, specialized software («JIIPA-CAIP» and «CKAД») was developed with the implementation of various aspects of calculation provisions according to Eurocodes;

- in European standards, depending on the nature of the structure's operation, the need to take into account geometric and physical non-linearity is laid down;

- cross-sections of elements are divided into 4, not 3 classes according to the stress-strain state. The process of determining the class is essentially a check of the loss of local stability of the cross-section parts under the action of normal stresses;

- Eurocodes require taking into account the theoretical initial imperfections of the system during static calculation in two ways: modeling the system with geometric deviations or specifying modeling imperfections of equivalent forces;

- Eurocodes reduce the system of partial reliability coefficients by material, working conditions, loads to general (reduced) reliability coefficients by loads and bearing capacity (table 1.);

- the main geometric characteristic of welds in the Eurocodes is not the leg of the seam, but its height. There is also no separation of weld strength testing by weld metal and fusion

point;

– there are no directive restrictions on flexibility and movement of elements in the Eurocodes. In the matter of regulation of deformations, the Eurocodes refer to the National Annexes of each country that adopts this system of regulatory documents;

– in the Eurocodes, a cross-section tearout test was added to the main tests of bolted connections.

Table 1. Dependence between individual partial reliability coefficients

Partial reliability coefficient	DBN	Eurocode
according to the load, which takes into account possible adverse deviations of its value	γ_f	γ_F
by load, which takes into account probable deviations in the load model	γ_{Sd}	
by material, taking into account probable deviations of the material model and geometric dimensions	γ_{Rd}	γ_M
according to the material, which takes into account unfavorable deviations of its characteristics	γ_m	

Thus, the listed differences between national and European norms are not fundamental. The differences are related to the different level of technology of designing and manufacturing metal structures, the traditionality of the industry, the level of standardization and quality control of production [5]. However, the main difference between the Eurocodes when designing the appropriate fire protection of steel structures is the procedure for determining the critical temperature of steel. According to [2], the critical (design) temperature of steel structures is equal to 500 °C. According to [4], a differential approach is proposed to determine the critical temperature of the loss of bearing capacity. The temperature value depends on the load on the structure and can be 650 °C for an unloaded (self-supporting) one, and 400 °C for an overloaded one.

REFERENCES

1. DBN V.1.1-7-2016. Fire safety of construction objects. General requirements. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456
2. DSTU B V.1.1-4-98. Fire protection. Building structures. Fire resistance test methods. General requirements. With change № 1. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27979
3. DBN A.1.1-94:2010. "Design of building structures according to Eurocodes. Substantive provisions". URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26630
4. DSTU-N B EN 1993-1-2:2010. Eurocode 3. Design of steel structures. Part 1-2. Terms. Calculation of structures for fire resistance. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=26637
5. Bilyk A. S., Kovalevska E. A. Calculation of steel structures of buildings in accordance with Eurocode 3 and national applications of Ukraine. UCSB. Kyiv: 2019. 231 p. URL: <https://uscc.ua/ru/rozrakhunok-stalevikh-konstruktsiy-budivel-vidpovidno-do-vrokodiv-3-i-natsionalnimi-dodatkami-ukrani>

СЕКЦІЯ 2

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ
У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

УДК 624.131: 624.154

ОСІДАННЯ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ВПЛИВУ НОВОГО
БУДІВНИЦТВА*Винников Ю.Л., д.т.н., професор,**Харченко М.О., к.т.н., доцент,**Єрмоленко Д.А., д.т.н., доцент,**Акопян М.К.**Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

За умов щільної міської забудови є небезпека виникнення нерівномірних деформацій основ існуючих будівель внаслідок нового будівництва. Тому норми при зведенні новобудов за умов щільної забудови обмежують додаткові осідання основ існуючих будівель від впливу новобудов залежно від конструктивного рішення та технічного стану існуючих будівель [1].

Ще більші складності бувають при улаштуванні огороження котловану назовбудови, більш глибокого, ніж рівень підшви фундаментів навколишньої забудови. Авторами апробовано оцінювання напружено-деформованого стану системи «основа – фундаменти існуючої будівлі – огороження котловану» моделювання у плоскій постановці (2D) методом скінченних елементів (МСЕ) із застосуванням пружно-пластичної моделі ґрунту [2].

Надійним критерієм достовірності таких розрахунків є порівняння їх результатів з даними геодезичних спосереджень за деформаціями об'єктів [3], що було прийнято за мету роботи. Організовано геодезичні спосередження за додатковими осіданнями двох житлових будинків, поруч з якими слід було відкопати котлован (й відповідно улаштувати його огороження) під назовбудову, більш глибокий, ніж рівень підшви існуючих фундаментів.

Новобудова в м. Полтава – восьмиповерхова житлова будівля з підземним паркінгом глибиною понад 4 м. Фундамент – палі довжиною 14 м, об'єднані стрічковим ростверком під стіни й окремими ростверками під колони. Підвал і перший поверх мають монолітний залізобетонний каркас. Секція, розташована вздовж вул. Ватутіна (див. рис. 1), зводиться на відстані 0,5 м до існуючої житлової п'ятиповерхової будівлі з мансардним і підвальним поверхами (вул. Ватутіна, 9/68). Конструктивна схема цієї будівлі – поздовжні несучі стіни з керамічної цегли. Фундаменти та цоколь – зі збірних залізобетонних елементів. Друга секція новобудови розташована уздовж вул. Пушкіна і підходить на відстань 7,5 м несучими й огорожувальними конструкціями до іншої житлової будівлі (вул. Пушкіна, 66а), конструктивна схема якої – поздовжні несучі стіни з цегляних блоків заводського виготовлення. Фундаменти – з монолітного залізобетону, а цоколь – з бутового каменю.



Рис. 1. Ситуаційна схема майданчика (за проектом).

Потужність лесової товщі – до 8 м. Рівень ґрунтових вод – 4.2 м від земної поверхні. Стійкість стінок котловану забезпечують двотаври № 30 довжиною 10–12 м, вдавнені на 7 м нижче його дна, з дерев'яною забіркою між ними. Додатково у зонах впливу будівель стійкість огороження забезпечують металеві підкоси з кроком 6 м вздовж котловану. Двотаври об'єднано горизонтальною металевою обв'язувальною балкою. Відкопування котловану і зведення підземної частини виконують стадійно на різних ділянках.

Виходячи з технічного стану існуючих будівель, їх додаткові осідання від впливу новобудови мали не перевищити для об'єктів: по вул. Ватутіна, 9/68–20 мм, а по вул. Пушкіна, 66а–15 мм. Для спостережень за додатковими осіданнями будівель у межах зони впливу новобудови влаштовано поверхневі марки. Цикли спостережень проводили у період інтенсивних робіт зі зведення підземної та надземної частин новобудови з травня по серпень 2020 р. На рис. 2 подано фрагменти майданчика до і в процесі будівництва, а на рис. 3 – вертикальне положення марок за даними вимірювання для одного з об'єктів.



Рис. 2. Майданчик до відкопування котловану (а), монтаж підкосу між обв'язувальною балкою та новим ростверком (б), сучасний вигляд майданчику (в).

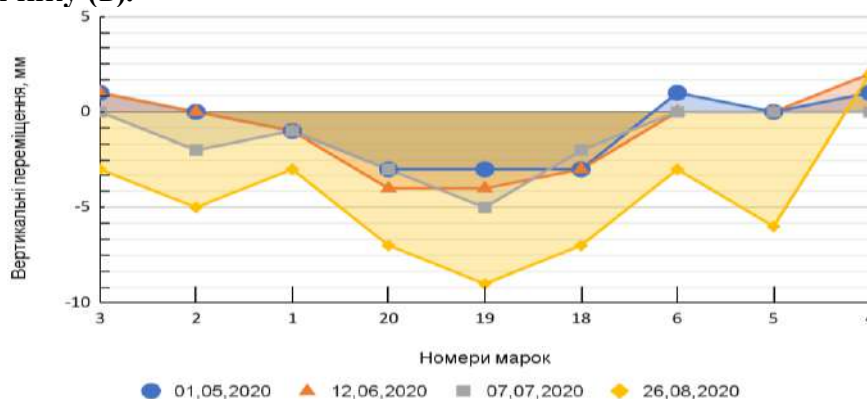


Рис. 3. Розгортка марок, закріплених на будинку по вул. Ватутіна, 9/68.

За результатами геодезичних спостережень за додатковими осіданнями житлових будинків зі стрічковими фундаментами на замклій лесованій основі, поруч з якими відрито котлован під навібудову, більш глибокий, ніж рівень подошви цих фундаментів встановлено:

– зведення огороження котловану зі шпунтових паль, між ними дерев'яної забірки, стадійності виймання ґрунту під захистом ґрунтової берми, а надалі з встановленням обов'язувальної балки, розкосів, підкосів і поступовим підведенням підлоги й зовнішньої стіни паркінгу новобудови, забезпечило неперевершення додатковими осіданнями основ існуючих будівель гранично допустимих величин;

– відносна похибка між результатами розрахунку додаткових осідань основ існуючих будівель від впливу влаштування котловану 2D моделюванням МСЕ із застосуванням пружно-пластичної моделі ґрунту і натурних досліджень менша за 20 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.

2. Vynnykov Yu. L., Kharchenko M. O., Akopian M., Aniskin A. Efficient foundation pits solutions for restrained urban conditions. Academic Journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering. Poltava: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University. 1(56). 2021. P. 65–75.

3. Vynnykov Yu. L., Kharchenko M. O., Manzhaliy S. M. Reinforcement of a deformed structure on the pile foundation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 1021(1). 2021. 012030.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЦИВІЛЬНИМ ЗАХИСТОМ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Демчук В.В.

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Основні завдання щодо реалізації державної політики у сфері цивільного захисту і захисту населення і територій у форматі функціонування ЄДСЦЗ спрямовані насамперед на підтримання належного рівня готовності ЄДСЦЗ та її функціональних і територіальних підсистем до адекватного реагування на загрози і виклики, а також до ліквідації наслідків НС.

Відповідно ефективність реалізації державної політики у сфері цивільного захисту напряму залежить від дієвості чинної нормативної бази, що регламентують правовідносини у цій сфері та відповідно забезпечується:

– реалізація єдиної державної політики і повноважень органами влади і управління всіх рівнів, суб'єктами господарювання незалежно від організаційно – правової форми та виду власності, громадськими об'єднаннями та громадянами в різних режимах функціонування ЄДСЦЗ;

– створення суспільно-політичних, організаційно-правових та соціально-економічних умов, при яких не може бути реалізований жоден підприємницький проєкт, якщо це призведе зниження рівня безпеки і ступеня захищеності населення, тобто мають бути вжиті заходи щодо запобігання виникненню НС і забезпечення сталого функціонування критичної інфраструктури;

– адекватне реагування та ефективне управління у разі виникнення НС різного характеру, відновлення нормальних умов життєдіяльності населення і функціонування виробничо-економічних систем в зоні НС.

Зазначаємо, що виключна роль у державному регулюванні сфері цивільного захисту належить виключно самій державі та реалізується за рахунок визначення і встановлення в даній сфері відповідних норм і правил, стандартів і критеріїв, що є регламентуючим базисом функціональних процедур державного регулювання запобігання, реагування та ліквідації наслідків НС, тобто захисту населення і територій від НС різного характеру.

Погоджуючись з поглядами дослідників сфери цивільного захисту [1–4] визначимо наступні напрями формування правового простору: реалізація державної політики у форматі забезпечення функціонування державної системи з попередження і реагування на НС; гарантування безпеки населення і територій, запобігання і ліквідація НС; підвищення рівня стійкості функціонування економіки в НС; ресурсне забезпечення і створення резервів на випадок виникнення НС; державний нагляд і контроль за виконанням заходів щодо забезпечення безпеки населення і територій від стихійних лих та аварій і катастроф техногенного характеру.

Погоджуючись з авторами попередніх досліджень, можемо стверджувати, що наразі сформовано державою досить ефективний правовий механізм, який складається із сукупності правових засобів, що дозволяють належним чином у правовому полі реалізовувати державну політику у сфері цивільного захисту. Тобто можна у межах наявної нормативно-правової бази розбудовувати на всіх рівнях відносини у сфері захисту населення і територій, розвивати розгалужену багаторівневу систему реагування на виникаючі загрози в умовах НС з використанням інструментарію кризового менеджменту.

Досліджено, що проблемним питанням державного управління в цілому, та

державного регулювання у сфері цивільного захисту – зокрема, присвячено низку наукових праць однак, незважаючи на вказане, вважаємо, що проблема побудови системи управління ЄДСЦЗ, а також удосконалення послідовності та змісту роботи органів управління у НС та організації взаємодії, як елементу процесу управління, потребує додаткового дослідження та наукового обґрунтування.

Наголошуємо на тому, що наразі проблеми, пов'язані з потребою реформування державного регулювання у сфері цивільного захисту, є досить дискусійними і потребують ґрунтовного аналізу кращих світових практик та визначення засад імплементації цього досвіду у вітчизняну практику. За результатами аналізу джерел наукової інформації встановлено, що пандемія COVID-19 викристалізувала потребу опрацювання нових форматів удосконалення взаємовідносин між всіма суб'єктами цивільного захисту. Відповідно посилення спроможностей у сфері цивільного захисту потребує врегулювання питань міжвідомчої взаємодії на державному рівні, а також застосування методології кризового менеджменту.

Проведений компаративний аналіз чинних нормативних актів у сфері цивільного захисту в Україні довів, що їх переважна більшість має комплексний характер правового регулювання, охоплює різні аспекти діяльності держави щодо забезпечення безпеки в умовах НС, зокрема організаційні технічні та економічні аспекти. Разом з тим, з урахуванням змін, що відбулися протягом 2020–2021 рр. та аналіз досвіду протистояння відкритій агресії РФ, мають стати підставою перегляду парадигми державного регулювання у сфері цивільного захисту України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кропивницький В. С., Коваленко В. В. Роль цивільного захисту у забезпеченні національної безпеки України. Науковий вісник: Державне управління. 2018. № 1. С. 48–56.
2. Гаман П. І. Роль державного управління у системі забезпечення цивільного захисту в Україні. Науковий вісник: Державне управління. 2018. № 1. С. 25–33.
3. Борис О. П. Аналіз і узагальнення результатів соціологічного дослідження щодо загроз національної безпеки у сфері цивільного захисту. Інвестиції: практика та досвід. 2019. № 15. С. 102–106.
4. Потеряйко С. П. Методичний підхід до прогнозування дієвості структур органів державного управління у сферах державної безпеки та цивільного захисту. Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права : наук. журн. 2021. Вип. 2. С. 41–47.

УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛІВ

*Зайков В.П., к.т.н., с.н.с.,
Мещеряков В.І., д.т.н., професор,
Журавльов Ю.І., к.т.н., доцент,
Устенко А.С.*

Одеський державний екологічний університет

Сучасні тенденції розвитку автомобілебудування значною мірою пов'язані з переходом від двигунів внутрішнього згоряння до акумуляторних, що зумовлено високими екологічними характеристиками електроавтомобілів під час експлуатації та збільшенням пробігу на одній зарядці. Разом із перевагами виявляються і недоліки живлення від акумуляторів: тривале заряджання батареї, значна маса, обмежені терміни експлуатації, пожежонебезпека в разі короткого замикання. Одним із суттєвих недоліків літій-іонних батареї є суттєва залежність ємності та часу експлуатації від температури, яка визначається як зовнішніми умовами, так і струмами зарядки. Актуальність підтримання температури акумуляторних батареї не викликає сумніву, оскільки вартість тягової батареї сягає 30–40 % від загальної вартості автомобіля.

У [1] представлено математичну модель середовища з автомобільними тяговими літій-іонними акумуляторами, в якому тепловий потік зосереджений на нижній граничній поверхні, а інша поверхня є тепло ізолюючою, що характерно для автомобілів TESLA. Показано, що теплові режими в такому середовищі описуються нелінійним рівнянням теплопровідності з нелінійними крайовими умовами. Проведено лінеаризацію диференціальних рівнянь і кусочно-лінійну апроксимацію, що дало змогу отримати співвідношення для визначення температурного поля в середовищі. Для двошарового середовища з включенням знайдено розподіл температури для випадку лінійної температурної залежності коефіцієнта теплопровідності матеріалів і проведено порівняльний чисельний аналіз отриманого розподілу температури з відповідним розподілом для постійних коефіцієнтів теплопровідності матеріалів шарів. Отримано співвідношення для визначення розподілу температури у двошаровому середовищі з наскрізним включенням. Наведено чисельні розрахунки цього розподілу в шарі та у двошаровому середовищі для постійного та лінійно змінного відносно температури коефіцієнта теплопровідності матеріалів шарів.

Ця модель може слугувати джерелом первинної інформації для побудови системи регулювання температури акумуляторної батареї за рахунок використання їхньої енергії. Основним призначенням акумуляторів є постачання енергією привода, а підтримання температури акумуляторів у діапазоні 25 °С є лише засобом продовження їхньої життєдіяльності, тому необхідність мінімізації цієї складової очевидна. Як засіб забезпечення тепловим режимом обрано термоелектричний через мінімальні габарити і масу, високу надійність, простоту керування і можливість роботи як у режимі охолодження, так і нагрівання.

Розглянуто варіант природно-конвективного обміну із зовнішнім середовищем без використання примусового обдування, що знижує вартість. Як радіатор запропоновано використовувати металевий піддон, площа якого і матеріал для конкретної моделі відома. Відомо, що потужність розсіювання радіатора пов'язана з коефіцієнтом теплопровідності, площею теплообміну і перепадом температур пропорційною залежністю, яку можна використовувати для первинної оцінки вихідних даних системи забезпечення теплового режиму акумуляторів.

Запропоновано підхід, що визначає можливості раціонального проектування термоелектричних систем забезпечення теплових режимів із вибором найприйнятнішого варіанта під час побудови пристроїв разом із тепловідвідним радіатором з урахуванням масогабаритних та енергетичних характеристик [2]. Отримано аналітичні вирази, які дають змогу оцінити вплив конструктивного чинника на основні технічні характеристики охолоджувача в разі використання стандартних модулів, що дає змогу розширити можливості раціональної побудови системи.

Проведено аналіз тепловидільної поверхні термоелектричного охолоджувача, що істотно позначається не тільки на масогабаритних, а й на енергетичних характеристиках усього пристрою. Визначено оптимальні температури тепловидільного шару термоелектричного охолоджувача, за якої задану холодопродуктивність і рівень охолодження можна забезпечити за мінімальну поверхню радіатора. Проведено дослідження для основних режимів функціонування термоелектричних охолоджувачів і показано, що режим максимальної енергетичної ефективності E_{max} найприйнятніший, оскільки має явно виділений екстремум для необхідної площі охолодження.

Розроблено модель взаємозв'язку показників надійності та основних параметрів однокаскадного термоелектричного охолоджувача за варіації геометрії гілок термоелементів, їхньої кількості та енергетичних показників для різних перепадів температури та фіксованого теплового навантаження в різних струмових режимах роботи [3]. Це дає змогу проектувати або обирати модулі термоелектричних охолоджувачів з урахуванням обмежувальних вимог до габаритів, маси, енергоспоживання та надійності з можливістю вибору компромісного варіанта конструкції.

Управління холодопродуктивністю термоелектричного охолоджувача виконано за принципом дельта-модуляції шляхом зміни рівня струму між послідовними ітераціями на 0.4 %, що узгоджено з тепловою сталою часу акумуляторної батареї та знижує швидкість лінійних розширень підкладки та термоелементів охолоджувачів. Ця обставина є додатковим фактором підвищення надійності термоелектричних матриць.

ЛИТЕРАТУРА

1. Havrysh V. I., Kolyasa L. I., Ukhanska O. M., Loik V. B. Determination of temperature field in thermally sensitive layered medium with inclusions. *Naukovyi Visnyk NNU*, № 1. 2019. P. 76–82. DOI: 10.29202/nvngu/2019-1/5
2. Зайков В. П., Киншова Л. А., Моисеев В. Ф. Прогнозирование показателей надежности термоэлектрических охлаждающих устройств. Книга 1. Однокаскадные устройства. Одесса: Политехперіодика. 2009. 120 с.
3. Зайков В. П., Мещеряков В. И., Журавлев Ю. И. Прогнозирование показателей надежности термоэлектрических охлаждающих устройств. Книга 3. Методы повышения надежности. Одесса: Политехперіодика. 2018. 252 с.

РИЗИК – ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНОЮ ТА ТЕХНОГЕННОЮ БЕЗПЕКОЮ

Кулешов М.М., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Ризик-орієнтований підхід у контрольно-наглядовій діяльності передбачає концентрацію обмежених ресурсів державних наглядових органів у зонах максимального ризику для запобігання шкоди цінностям (майну, здоров'ю людей та ін.), що охороняються законом, і одночасно зниження адміністративного навантаження на сумлінних господарюючих суб'єктів, де ризики мінімальні. Цей підхід набирає все більшої популярності. Основними завданнями ризик-орієнтованого підходу є створення реальних наукових основ організації безпеки складних технічних систем, людей і довкілля, розроблення методів оцінки небезпеки промислових об'єктів та наукових засад концепції прийняттого рівня ризику стосовно умов функціонування системи «людина-техніка-середовище». За оцінками експертів його впровадження дозволяє за рахунок підвищення ефективності заходів на порядок скоротити витрати на створення безпечних систем. Перехід до аналізу та управління ризиками повинен забезпечити подолання негативної тенденції до збільшення кількості пожеж та надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

Слід також зазначити, що оцінка ризику відіграє роль інструмента для надання допомоги при прийнятті рішень як тим, хто регулює охоронні заходи, так і тим, хто має реалізовувати, виконувати ці рішення, а також, як засіб підтримання зв'язків між ними. Методологія ризик-орієнтованого підходу застосовується як в стратегічному плануванні, так і в повсякденній оперативній діяльності відповідних органів управління.

На сьогодні механізми управління ризиками, спрямовані на зменшення їх значень, не набули широкого практичного застосування. Крім того, недосконалі нормативно - правові, організаційні та технічні методи управління ризиками не дають змоги досягти рівнів ризиків, що відповідають рівням економічно розвинутих країн. Зазначене стосується і системи управління техногенною та пожежною безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу (моделі) і європейських стандартів, щодо оцінювання і аналізу ризиків пожежної та техногенної безпеки суб'єктів господарювання, запровадження якої передбачалося Стратегією реформування ДСНС України [2]. Разом з цим це залишається основним напрямком діяльності органів нагляду і контролю з питань пожежної і техногенної безпеки.

Перехід на ризик-орієнтовану модель включає:

- розрахункову оцінку ризиків заподіяння шкоди можливими пожежами та надзвичайними ситуаціями техногенного характеру;
- оцінку ефективності заходів пожежної і техногенної безпеки, що встановлюються нормативними документами;
- зниження витрат на забезпечення пожежної і техногенної безпеки до мінімально необхідного рівня;
- встановлення вимог пожежної і техногенної безпеки з урахуванням рівня науково-технічного та економічного розвитку;
- реалізацію форм самоконтролю (пожежного, техногенного аудиту, декларування, недержавної експертизи, добровільної сертифікації тощо);
- обмеження та сувору регламентацію діяльності наглядових органів;
- введення профілів ризиків до систем управління наглядової діяльності.

Крім зазначеного, в ряді країн світу, ця модель додатково включає в себе поділ вимог пожежної безпеки на обов'язкові вимоги та вимоги добровільного застосування.

До завдань що потребують вирішення під час переходу на ризик-орієнтовану модель наглядової діяльності у зазначеній сфері слід віднести наступне:

- узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду регулювання відносин у галузі пожежної та техногенної безпеки;
- формування функціонально організованої інформаційної бази даних;
- організація системи проведення досліджень (у тому числі експрес-досліджень), що виключає дублювання, скорочує час проведення досліджень та впровадження їх результатів у практику;
- організація системи підготовки кадрів, здатних вирішувати завдання всіх рівнів;
- організація виконавчої діяльності, що дозволяє реалізувати наглядові функції в повному обсязі;
- організація контролю та оцінка діяльності учасників відносин у галузі забезпечення пожежної та техногенної безпеки.

Управлінський аспект ризик – орієнтованого підходу включає наступне:

- формування ризик-орієнтованої моделі наглядової діяльності на основі її концептуалізації;
- моніторинг, кодифікацію та переробку нормативної бази в галузі пожежної та техногенної безпеки, з метою створення умов для інтенсивного розвитку економіки;
- розподіл повноважень щодо здійснення наглядової діяльності за рівнями – державним, відомчим, регіональним, місцевим, об'єктовим.
- включення механізмів аудиту та страхування до перевірки протипожежного та техногенного стану об'єктів;
- підбір, підготовка та закріплення (розстановка) фахівців наглядової діяльності за об'єктами захисту;
- консолідація наглядових органів, які здійснюють контроль-наглядову діяльність у суміжних областях;
- встановлення критеріїв оцінки та ефективності наглядової діяльності.

Перехід на ризик-орієнтовану модель системи наглядової діяльності принципово змінює характер відносин у галузі пожежної і техногенної безпеки та створює реальні наукові основи організації безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 січ. 2014 р. № 37-р «Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру». URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/37-2014-p>
2. Стратегія реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів від 25 січня 2017 р. № 61-р. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-%D1%80>
3. CAN/CSA-Q850 Управління ризиками. URL: https://r2p.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/report_on_eco_tech_risks_3p-conso

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ
ПІСЛЯПРОЕКТНОГО МОНІТОРИНГУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІДКРИТОГО
ВИДОБУВАННЯ РОЗСИПНИХ ТИТАНОВИХ РУД**

*Маркіна Н.К.,
Горишнякова Я.В.*

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»

Ступінь екологічної небезпеки в межах впливу об'єктів гірничо-видобувної діяльності, зокрема, підвищена вразливість водних ресурсів, водних екосистем, геологічного середовища та інше зумовлюють необхідність здійснення післяпроектного моніторингу складових довкілля. Це є необхідною задачею для гірничо-видобувних та гірничо-збагачувальних комплексів.

Мета післяпроектного моніторингу - оцінка екологічної надійності передбачених в проєкті природоохоронних заходів, і на підставі проведення післяпроектного аналізу впливу планованої діяльності, визначення доцільності коригування технологічних умов запланованого виробничого процесу та, при необхідності, розробки додаткових заходів для забезпечення охорони довкілля.

Виходячи з цього, для вирішення питань, пов'язаних із забезпеченням стійкості екологічного стану та цивільного захисту в досліджуваному регіоні, необхідним є створення, організація та проведення післяпроектного моніторингу компонентів довкілля для оцінки їх сучасного стану та прогнозу його зміни в часі.

Метою досліджень є наукове обґрунтування умов організації та реалізації післяпроектного моніторингу, що необхідно для аналізу екологічних ризиків, поява яких можлива на різних етапах відкритого відпрацювання родовищ розсіпних титанових руд, а також необхідно для розробки шляхів їх мінімізації на основі результатів моніторингових досліджень.

Авторами розроблена та, вперше за десятилітній період експлуатації Межирічного родовища розсіпних титанових руд (Україна, Житомирська область), реалізована Програма і регламент післяпроектного моніторингу з врахуванням аспектів особливо актуальних екологічних проблем на території видобувної діяльності Межиріченського гірничо-збагачувального комбінату (МГЗК), де видобування руди проводиться відкритим (кар'єрним) способом. При цьому зазначено особливості відпрацювання родовища з урахуванням розміщення рудного тіла нижче рівня підземних вод, що становить певні складнощі при вилученні корисної копалини і потребує особливого контролю за водопритоком у кар'єр [1].

В Програмі визначені завдання для умов проведення післяпроектного моніторингу, в перелік яких входить: а) виявлення джерел техногенного впливу на надра (охорона надр полягає у запобіганні та недопущенні забруднення і виснаження водоносних горизонтів), а також на природні об'єкти та на соціальне середовище; б) оцінка характеру цього впливу; в) вивчення зміни окремих компонентів природного середовища й умов проживання людей на територіях прилеглих до кар'єрів населених пунктів у зв'язку з можливим техногенним впливом; г) аналіз можливості появи екологічних ризиків під час реалізації запроєктованої діяльності і визначення умов, які дозволять забезпечити відсутність загрози здоров'ю населення; д) прогноз зміни стану окремих компонентів навколишнього природного середовища; е) розробка науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Згідно з завданнями післяпроектного комплексного моніторингу в Програмі висвітлюються особливості вибору компонентів довкілля для охопту моніторинговими дослідженнями, та особливості контролю і оцінки екологічного стану геологічного середовища, водного середовища (підземних та поверхневих вод), атмосферного повітря, в тому числі, вібрації, шумового забруднення та радіаційного випромінювання на межі близько розташованих до кар'єру житлових забудов населених пунктів.

В Програмі розрахунковими методами визначена площа потенційного впливу видобувних робіт на складові довкілля в залежності від прийнятої технології відпрацювання родовища і, таким чином, обґрунтована зона облаштування спостережної мережі моніторингу, розроблені та реалізовані умови його організації і проведення.

Екологічна оцінка сучасного стану зазначених вище компонентів довкілля, виконана авторами на основі одержаних результатів проведених на протязі 3-х років моніторингових досліджень, і порівняння фактичних показників з нормативними вимогами природоохоронного законодавства, дала можливість для створення умов постійного якісного моніторингу за рівнем екологічної безпеки та забезпеченням умов цивільного захисту і прийнятних умов для проживання населення в регіоні.

Результати проведеної комплексної оцінки екологічного стану компонентів довкілля слугують теоретичною основою для вирішення ряду практичних задач щодо розробки та наукового обґрунтування системи природоохоронних заходів. Зокрема, авторами розроблена методика визначення екологічно обґрунтованого рівня техногенного навантаження в осередках забруднення підземних і поверхневих вод на території видобувної діяльності [2].

Методичний підхід розробленої Програми може бути запропонований для використана в якості основи при плануванні організації та реалізації післяпроектного моніторингу екологічного стану складових довкілля в зоні потенційного впливу гірничодобувних робіт, які проводяться з використанням типових технологій як відкритого, так і підземного відпрацювання родовищ корисних копалин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Собко Б. Е., Лазников А. М., Зозуля И. И., Гайдин А. Н. Разработка рекомендаций по организации и проведению гидрогеологического мониторинга на Мотроновско-Анновском карьере. Ukrainian mining forum / Український гірничий форум. Т.1. Технології підземного видобутку корисних копалин. Відкриті гірничі роботи. Збагачення корисних копалин. Екологічні і правові проблеми техногенно навантажених регіонів. 2014. С. 94–100.

2. Маркіна Н. К., Доценко О. О., Пилипенко Л. В., Горишнякова Я. В. Методика кількісного визначення впливу забрудненого підземного стоку на якість річкових вод та обґрунтування заходів щодо їх захисту. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки : зб. наук. пр. /УКРНДІЕП; ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Харків : ПП «Стиль-Іздат», 2019. Вип. 41. С. 196–213.

РОЗШИРЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПОЖЕЖНОГО-РЯТУВАЛЬНИКА

Мещеряков В.І., д.т.н., професор,

Зайков В.П., к.т.н., с.н.с.,

Журавльов Ю.І., к.т.н., доцент,

Устенко А.С.

Одеський державний екологічний університет

Робота пожежників-рятувальників здійснюється в умовах впливу фізичних навантажень, небезпечних хімічних виділень, підвищеної температури. Захисні костюми істотно знижують вплив зовнішніх чинників, проте ускладнюють проведення робіт і призводять до додаткового нагрівання тіла. Людський організм є складною само організованою системою, найважливішою функцією якої є терморегуляція. Вона вимагає забезпечення теплового балансу поглинання від внутрішнього або зовнішнього джерела та виведення надлишків тепла в зовнішнє середовище для підтримання теплового гомеостазу організму.

Механізм терморегуляції людини як системи самоуправління включає дві складові: фізичну і хімічну. Основними видами тепловіддачі є теплопровідність, конвекція і випарювання. Теплопровідність зовнішнього теплового потоку у внутрішній об'єм тіла обмежена низькою теплопровідністю шкіряного покриву, тепловий потік, що знімається, незначний. Даний вид тепловіддачі можна віднести до пасивного методу, він практично не управляється центральною нервовою системою.

Конвективна тепловіддача в основному обумовлена відбором тепла потоком крові у периферійних областях близьких до поверхні шкіри. Даний вид відбору тепла є активним, управляється центральною нервовою системою і проявляється у формі розширення діаметру судин до 6 разів і змінення швидкості кровотоку в 2–20 разів при збільшенні теплопровідності тканини [1]. Це дозволяє розподіляти тепловий потік по всій поверхні площі шкіряного покриву для ефективного збросу залишків тепла. При підвищенні теплових навантажень прискорюється швидкість кровотоку за рахунок підвищення частоти серцевих скорочень.

Потовиділення є активним, керованим центральною нервовою системою, ефективним засобом теплопередачі, оскільки для випаровування 1 г води витрачається 0,58 ккал, а при максимальному потовиділенні від тіла відводиться приблизно 870 ккал/год [2]. Аналіз теплообміну організму показує, що перерозподіл локальних теплових потоків по всій поверхні тіла та охолодження за рахунок фазового переходу випаровуванням виявляються ефективними до певного рівня, після якого виникає тепловий удар.

Найбільш критичним до підвищеної температури є головний мозок, температура якого не може перевищувати 39 °С, а власна система терморегулювання за рахунок кровотоку підтримує його функціонування у вузькому діапазоні температур. Оскільки умови діяльності пожежного-рятувальника визначаються конкретними завданнями, випадковістю виникнення і непередбачуваністю обстановки, прогнозувати своєчасний вихід із зони дискомфорту практично неможливо.

Необхідні підходи, які забезпечують продовження працездатності організму під час наближення температури до зони теплового удару, коли людина вже не в змозі адекватно оцінювати ситуацію. Ситуація ускладнюється тим, що до теперішнього часу немає коректної теплової моделі теплового балансу людини, тому використовують емпіричні моделі, які складаються з ядра й оболонки та враховують втрати тепла завдяки

диханню, випаровуванню вологи, конвекції й випромінюванню. Крім того, кібернетичні моделі базуються на принципі однозначності реакції об'єкту на незмінний вхідний вплив, що не виконується для фізіологічної системи.

Проведений аналіз показав, що таким підходом може служити локальний вплив холодом на термочутливі зони, які взаємодіють із центром управління терморегуляцією організму, а фізіологічна система розподіляє теплові потоки в організмі для захисту найбільш важливих для виживання органів. Це забезпечує резерв часу для прийняття рішень, зміни умов або виходу із зони впливу.

Вимоги до технічної реалізації таких підходів повинні враховувати наступні обмеження: малу масу і габарити, використання обмеженої кількості енергії від наявних джерел, високу надійність, динаміку і керованість. Цим вимогам найбільше задовольняють термоелектричні охолоджувачі, які виконують пряме перетворення електричної енергії у холод, просто управляються, мають малі габарити і масу.

Розроблено математичні моделі термоелектричного охолоджувача [3], аналіз яких дав змогу визначити найприйнятніші струмові режими експлуатації, необхідну холодопродуктивність, кількість і геометрію термоелементів у модулі, показники надійності. Створено динамічну надійно-орієнтовану модель термоелектричного охолоджувача [4], дослідження якої дозволило знайти компромісні варіанти проектування пристроїв для різних струмових режимів і перепадів температур при забезпеченні заданих показників надійності.

Розроблено пристрій, у якому такою зоною обрано лобову частину голови, з якою стикається холодний електрод матриці термоелементів. Пристрій формує регульований перепад температур від 0 до 10⁰С від акумуляторної батареї, безперервне або пульсуюче формування теплової хвилі, можливість ручного або автоматичного запуску за початку потовиділення, а також управління перепадом температур в залежності від температури тіла.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лучаков Ю. И., Камышев Н. Г., Шабанов П. Д. Перенос тепла кровью: сопоставление расчетных и экспериментальных данных. Научные обзоры. Том 7. № 4. 2009. С. 3–20.
2. Лучаков Ю. И., Шабанов П. Д. Теплообмен различных областей тела человека со средой. Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2012. Т. 10. № 4. С. 54–57.
3. Зайков В. П., Мещеряков В. И., Журавлев Ю. И. Прогнозирование показателей надежности термоэлектрических охлаждающих устройств. Книга 3. Методы повышения надежности. Одесса: Политехпериодика. 2018. 252 с.
4. Зайков В. П., Мещеряков В. И., Журавлев Ю. И. Прогнозирование показателей надежности термоэлектрических охлаждающих устройств. Книга 4. Динамика функционирования однокаскадных ТЭУ. Одесса: Политехпериодика. 2019. 290 с.

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Пономаренко А.В.,
Рашикевич Н.В., PhD*

¹Національний університет цивільного захисту України

Інформація виступає основним матеріалом під час управлінських процесів забезпечення безпеки. Вивчення питань, пов'язаних з природою інформації, інформаційної безпеки, ролі інформації в управлінні, набуває все більшого значення у зв'язку з розвитком інформаційних технологій.

Цивільний захист є визначальним чинником забезпечення національної безпеки України. Напружена обстановка в зонах воєнно-політичного конфлікту вимагає прийняття нестандартних рішень щодо організації заходів цивільного захисту в умовах обмеженості часу, фінансових та матеріальних ресурсах та невизначеності ситуації. В таких умовах значно зростає роль інформаційного забезпечення.

Інформаційне забезпечення є однією з актуальних та маловивчених проблем у теорії та практиці організації та ведення цивільного захисту населення та територій.

Одним з основних показників ефективності управління є коефіцієнт достовірності інформації. Він характеризує як кількість наявної інформації, так і якість характеристики показників.

Потенціал цивільного захисту повинен мати у своєму складі структуру, що дозволяє за короткий час забезпечити управління в районі надзвичайної ситуації силами та засобами в порівнянні з масштабами небезпеки.

Розглянемо процес функціонування системи структури інформаційного забезпечення з погляду взаємодії інформації та енергії.

Система S знаходиться в початковому стані та характеризується набором параметрів S_0 . З отриманням деякої кількості інформації I_0 та, використовуючи ресурси (енергію) E_0 , система переходить у стан S_1 . З отриманням інформації I_1 і використовуючи енергію E_1 , що залишилася, система переходить в стан S_2 . Так, послідовно, з подальшим отриманням інформації, система змінює свій стан, використовуючи енергію, наявну з системі або подається з зовні, набуваючи положення, що характеризується набором показників S_3 . Тому, для досягнення успіху в діяльності підрозділу цивільного захисту, необхідно озброїти особовий склад знаннями, поставити певне завдання (інформаційна складова), після чого належним чином забезпечити виконання завдяки відповідних матеріальних ресурсів та техніки (енергетична складова).

З огляду на вищезазначене, взаємодія інформації та енергії у системі є основним процесом, що визначає характеристики системи. Зі збільшенням енергії в системі збільшується кількість ентропії, зі збільшенням кількості інформації в системі кількість ентропії знижується, а підвищуються імовірнісні характеристики системи.

Інформація підпорядковується всім фізичним законам та має власні закономірності, що впливають на стан управління забезпечення цивільної безпеки, а саме:

– закон взаємодії інформації та енергії (інформація немає без носія; енергоінформаційний об'єм системи визначає стійкість її функціонування; інформація взаємодіє з енергією, енергія взаємодіє з інформацією). Внаслідок такої взаємодії інформація як явище підпорядковується загальнофізичним законам, одночасно зберігаючи свої особливі закономірності;

– закон циклічності та періодичності руху інформації в системі (рух інформації у системі відбувається з певною частотою та періодичністю; кількість інформації в системі знижується та підвищується з певною частотою, відповідно змінюється кількість енергії у системі; гармонійно з коливаннями системи коливаються процеси у її елементах). Такий підхід дозволяє створити методики для прогнозування станів систем у майбутньому та оцінки минулих станів на основі дослідження відомих періодів коливань;

– закон інформаційно-імовірнісної сталості. Сумарна кількість інформації (I) та ентропії (S) і-того стану системи, що виникає в результаті будь-якого процесу, є постійним;

– закон накопичення інформації, постійне збільшення енергоінформаційної ємності систем. Дозволяє забезпечувати збирання, обробку та зберігання ще більших обсягів інформації;

– закон граничної кількості інформації, що обробляється в одиницю часу. Для людини є поняття першого інформаційного бар'єра. Потік інформації, який потрібно обробити, пропорційний складності системи управління. При складності системи вище за перший інформаційний бар'єр можливості людини збільшуються за допомогою засобів, підвищення продуктивності інтелектуальної праці. Для подальшого розширення можливостей з переробки інформації, проводяться заходи щодо поділу обсягів інформації між кількома особами. Створюються спеціалізовані колективи з переробки інформації.

Основні напрями розвитку системи інформаційної безпеки цивільного захисту є:

- розробка ефективної системи моніторингу об'єктів, що становлять небезпеки;
- удосконалення системи інформування населення про загрози виникнення небезпеки, умови їх виникнення та розвитку;
- підвищення надійності систем обробки та передачі інформації;
- прогнозування поведінки населення під впливом хибної чи недостовірної інформації про можливі небезпеки та вироблення заходів щодо надання допомоги великим масам людей у цих умовах;
- розробка спеціальних заходів щодо захисту інформаційних систем, що забезпечують управління небезпечними та важливими виробництвами.

Природа надзвичайної ситуації містить у своїй основі різку зміну співвідношення кількості енергії та інформації у системі. Для запобігання виникненню надзвичайної ситуації, необхідно виконувати заходи, спрямовані на завчасне накопичення інформації з метою використання її в процесі ліквідації небезпеки. Система контролю над інформацією, що надходить і розподіляється, в органах управління набуває вирішального значення, відбиваючись на ефективності управління.

Ресурси управління та інформаційний фонд, накопичений заздалегідь, є основною умовою ефективного застосування сил і засобів та найбільш повного використання наявних ресурсів.

ОЦІНКА МОЖЛИВИХ ВТРАТ ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ ТА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В ОСЕРЕДКАХ МАСОВИХ ПОЖЕЖ*Попов І.І., к.т.н., доцент,**Толкунов І.О., к.т.н., доцент**Національний університет цивільного захисту України*

В осередках надзвичайних ситуацій (НС) природного, техногенного та воєнного характеру особовий склад підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), цивільне населення, об'єкти державного та громадського призначення досить часто підпадають під безпосередній вплив пожеж, які мають тенденцію до масового поширення. В районах масових пожеж (МПЖ) створюються великі зони вогневого впливу, що може призвести до значних втрат як серед цивільного населення, так і особового складу підрозділів ДСНС, який задіяний для ліквідації наслідків НС. Це значно ускладнює умови виконання покладених завдань за призначенням, захист особового складу, проведення рятувальних робіт та локалізацію і гасіння пожеж, що набувають масового характеру.

Усе це обумовлює необхідність удосконалення інформаційно-аналітичного забезпечення заходів, що спрямовані на недопущення (мінімізацію) втрат особового складу підрозділів ДСНС, цивільного населення, які підпадають під вогневий вплив масових пожеж в осередках надзвичайних ситуацій.

Основними характеристиками масової пожежі, що виникає в осередках НС, є такі: швидкість поширення вогню; площа на час, що минув від моменту її виникнення; периметр межі пожежі; час злиття осередків окремих пожеж у суцільну пожежу, за який пожежа після злиття осередків охопить задану площу.

Аналіз існуючих методик, за допомогою яких здійснюються визначання кількісних характеристик масових пожеж в районах виконання завдань підрозділами ДСНС та оцінка їх наслідків, дозволив зробити висновок, що вони мають низку істотних недоліків і не повною мірою відповідають вимогам щодо прогнозу та оцінки можливих втрат особового складу підрозділів ДСНС та цивільного населення, які підпадають під вогневий вплив масових пожеж в осередках надзвичайних ситуацій [1].

Прогнозування та оцінка можливих втрат особового складу підрозділів ДСНС та цивільного населення, які підпадають під вогневий вплив масових пожеж, проводиться з метою отримання даних для штабів з ліквідації НС для визначення обсягу та можливості виконання завдань і ступеню дієздатності підрозділів ДСНС в осередках надзвичайних ситуацій. Це потребує розробки математичного апарату для визначення математичного очікування можливих втрат серед цивільного населення та особового складу підрозділів ДСНС, які підпадають під вогневий вплив в районі виникнення масових пожеж.

Для визначення частки цивільного населення та особового складу підрозділів ДСНС України, яка уражається внаслідок вогневого впливу, припустимо, що зони ураження двох осередків окремих пожеж не перекриваються. Тоді математичне очікування $M_{\text{ВВ}}$ частки особового складу, який уражений безпосередньо одним осередком займання за рахунок вогневого впливу, можна визначити за формулою:

$$M_{\text{ВВ}} = \frac{N \cdot S_{\text{В}}}{S}, \quad (1)$$

де S_B – зведена площа ураження одним осередком займання, m^2 ; S – площа зони одночасного виникнення великої кількості осередків, m^2 ; N – кількість початкових осередків пожежі.

Ураження особового складу від запалювальної дії, як наслідок масової пожежі, починається від моменту початку вогневого впливу і триває протягом деякого часу після його завершення.

Ступінь ураження особового складу від запалювальної дії пожежі пропонується визначати за тривалістю часу, необхідного для виходу людей із зони пожежі у безпечне місце порівняно з часом злиття осередків окремих пожеж.

Припускаючи, що цивільне населення та особовий склад розподілений у зоні одночасного виникнення великої кількості осередків займання рівномірно, необхідно визначити математичне очікування частки особового складу, яка не встигне вийти із зони пожежі раніше часу злиття осередків займання і, таким чином, буде уражена вогнем пожежі.

Якщо можливий своєчасний вихід цивільного населення та особового склад підрозділів із зони одночасного виникнення великої кількості осередків займання до їх злиття у суцільну зону пожежі, то ступінь ураження від запалювальної дії масових пожеж M_{B3} дорівнює нулю, і загальна ступінь ураження M_{BB3} визначатиметься лише вогневим впливом. У протилежному випадку математичне очікування втрат особового складу M_{B3} від вогню пожежі буде складати:

$$M_{B3} = \frac{S_{yp}}{S}, \quad (2)$$

де S_{yp} – площа зони, за межі якої особовий склад не встигає вийти, m^2 .

Сумарні втрати M_{BB3} у цьому випадку визначатимуться наступним співвідношенням:

$$M_{BB3} = \frac{(S - S_{yp})N \cdot S_B + S_{yp}S}{S^2}. \quad (3)$$

Таким чином, за результатами проведеного дослідження запропонований математичний апарат, який дозволяє визначити математичне очікування можливих втрат серед цивільного населення та особового складу підрозділів ДСНС України від вогневого впливу та запалювальної дії масових пожеж в осередках надзвичайних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кириченко І. О., Гишко Г. Б. Порядок визначення кількісних характеристик масових пожеж та оцінки стану об'єктів у районах виконання завдань частинами внутрішніх військ. Честь і закон: Науково-практичний журнал МВС України. X: ВІВВ МВС України. 2005. Вип. 1. С. 45–51.

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ДИНАМІКИ ПОЖЕЖІ

Проценко Є.В.,

Тригуб В.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Одним із напрямів підвищення ефективності боротьби з пожежами у будинках є вдосконалення управління пожежними підрозділами. Якість управління безпосередньо залежить від своєчасного отримання необхідної для прийняття рішень інформації. Сучасні системи дистанційного моніторингу пожежі здатні забезпечити посадових осіб пожежно-рятувальних підрозділів об'єктивною інформацією про динаміку пожежі в будівлі, проте існуючі формалізовані процедури прийняття рішень не дозволяють використовувати дану інформацію в процесі управління.

Пожежі відносяться до однієї з найнебезпечніших деструктивних подій, що виникають при життєдіяльності людства. Щороку прямі матеріальні збитки від пожеж в Україні вимірюються мільярдами гривень, майже дві тисячі людей гинуть на пожежах [1].

Необхідно зазначити, що більшість пожеж відбуваються у будинках. Для своєчасного виявлення пожежі у будівлі використовуються системи активного протипожежного захисту, зокрема пожежна сигналізація, яка дозволяє на початковому етапі здійснювати дистанційний моніторинг динаміки пожежі. Результати такого моніторингу мають особливе значення при прийнятті перших рішень керівником гасіння пожежі. Важливість цих рішень визначає можливість ліквідувати пожежу на початковій стадії її розвитку або є основою для ефективного нарощування додаткових пожежно-рятувальних підрозділів.

Управління пожежно-рятувальними підрозділами при ліквідації пожеж визначає наявність проблем, пов'язаних, насамперед, з відсутністю достовірної інформації, необхідної для прийняття раціональних рішень та засобами оперативної обробки даної інформації [2]. Наявні системи, засоби та методи інформаційного забезпечення посадових осіб системи управління визначають складність структури та різноманіття форм інформаційних потоків. Тому інформаційна система при ліквідації пожеж забезпечує інформацією рішення широкого кола задач, організацію та здійснення багатьох складних заходів, пов'язаних з підготовкою та керівництвом пожежно-рятувальними підрозділами під час ведення дій з гасіння пожеж у складних умовах на пожежі. Це спонукає використовувати методи системного аналізу, дослідження операцій та багатокритеріальної оптимізації для вирішення задач, пов'язаних із удосконаленням діяльності посадових осіб при управлінні пожежно-рятувальними підрозділами на пожежах.

Сучасні тенденції розвитку управління на пожежі залежить від якості інформаційного забезпечення механізмів прийняття рішень. Однак збільшення обсягів інформації, яка надходить до системи управління з різних джерел, наприклад таких, як результати розвідки пожежі, системи протипожежного захисту будівлі, математичні моделі, визначає зниження оперативності прийнятих рішень, а в деяких випадках визначає протиріччя між результатами об'єктивної оцінки обстановки на пожежі та результатами математичного моделювання. Тому інформаційні потоки пов'язані з посадовими особами системи управління пожежі через інструмент кількісного, оперативного аналізу інформації – систему підтримки управління [2].

Методи застосування системи підтримки управління при вирішенні завдань управління на пожежі ґрунтуються на організаційних функціях даної системи, які у загальному випадку зводяться до наступного:

– для якісного вирішення управлінських завдань забезпечити посадових осіб системи управління необхідним та достатнім обсягом об'єктивної інформації для ухвалення рішення – функція інтелектуального аналізу даних для ухвалення рішень;

– завдання управління необхідно подати у вигляді раціональної послідовності для безпосереднього вирішення, оскільки перелік завдань управління досить широкий особливо при гасінні великих пожеж і не передбачає одномоментного дозволу – функція впорядкування завдань управління за рівнями важливості;

– при управлінні необхідно створити умови для оперативного вирішення завдань управління – функція зручного подання даних користувачеві системи.

Аналіз практики застосування систем підтримки управління визначає вирішення комплексу проблем, пов'язаних із розподілом функцій системи між різними посадовими особами системи управління. Вирішення цих проблем носить організаційний характер і зводиться до розподілу обов'язків між посадовими особами системи управління на пожежі. Однак при гасінні пожеж у початковій стадії розвитку, коли до місця пожежі прибув лише перший пожежний підрозділ, а основні сили та засоби перебувають у процесі до місця пожежі весь перелік робіт, пов'язаних з управлінням, реалізується однією посадовою особою – керівником гасіння пожежі. У цей найважливіший етап управлінської діяльності забезпечити якісну реалізацію завдань управління з допомогою системи підтримки управління можливо лише за обліку у ній всіх організаційних функцій.

Таким чином, при управлінні силами та засобами пожежних підрозділів на початковому етапі гасіння пожежі з використанням системи підтримки управління необхідно здійснити облік особливостей управління, що зводяться до системи наступних вимог [2]:

– використання раціонального підходу до процесу прийняття рішень з винятком свідомо суб'єктивних факторів прийняття рішень;

– оперативне та послідовне вирішення завдань управління;

– збереження інформації, на основі якої були прийняті рішення для їх обґрунтування в процесі аналізу реалізації бойових дій;

– прогнозування нових завдань управління для призначення посадових осіб, які знову прибули на пожежу, відповідальними за їх виконання;

– аналіз результатів управлінської діяльності на кожному етапі зосередження сил та засобів пожежних підрозділів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 2020–2022 р. Аналітичні матеріали. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/statistika-pozhezh/analitichni-materiali>

2. Mendonca D. Designing gaming simulations for the assessment of group decision support systems in emergency response. *Safety Science*. July 2006. P. 120–126.

ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ВЕДЕННІ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ ДІЙ НА ПОЖЕЖІ

*Рогальський М.С.,
Тригуб В.В., к.т.н., доцент
Національний університет цивільного захисту України*

Розвиток нового економічного устрою, трансформація ринку праці, зміна соціального статусу та економічних умов життя громадян не може відбуватися без трансформації системи забезпечення пожежної безпеки. Складовою частиною системи забезпечення пожежної безпеки є сили та засоби пожежно-рятувальних підрозділів, які здійснюють гасіння пожеж.

В цих умовах актуальними стають задачі розширення різноманітності оперативно-тактичних та інженерно-технічних заходів при управлінні гасінням пожежі, скорочення тривалості обслуговування виклику, забезпечення параметрів нормативного реагування, створення умов ефективного використання всіх видів наявних сил та засобів. Вирішення цих задач передбачає необхідність докорінної перебудови форм та методів підтримки управління пожежно-рятувальними підрозділами при гасінні пожеж на об'єктах економіки, соціальної інфраструктури та прилеглої до них території, перегляд традиційних правил при організації управління на основі вдосконалення методів вирішення управлінських задач на місці пожежі та прийняття рішень з метою забезпечення злагодженості та стабільності пожежогасіння.

Володіння методологією підтримки управлінських рішень при пожежі необхідне, оскільки знання конкретних особливостей локальних рішень на конкретному об'єкті та методів їх підтримки забезпечить КГП на пожежі ефективним інструментом для аналізу обстановки та вибору дій для здійснення раціональної альтернативи процедури управління пожежно-рятувальними підрозділами при пожежі.

Процес підтримки управління [1–3], якщо він раціонально організований, сприяє підвищенню коректності взаємодії та координування діяльності різних пожежно-рятувальних підрозділів у процесі планування управлінських рішень, дає можливість підвищити оперативність їх прийняття, а також скоротити проміжок часу між виявленням проблеми при розвідці та здійсненні розроблених рішень. Це виключно важливо для підвищення ефективності роботи в умовах гасіння пожежі на об'єктах економіки, соціальної інфраструктури та прилеглої до них території.

Підтримка управління пожежно-рятувальними підрозділами на пожежі є підтримкою режиму діяльності та реалізацією програми з досягнення основної задачі при гасінні пожежі. Вона полягає в тому, що дозволяє керівнику гасіння пожежі приймати обґрунтовані управлінські рішення за «прийнятний час» при локалізації та ліквідації пожеж на основі комплексної оцінки оперативно-тактичної обстановки, з прогнозуванням її основних параметрів і дозволяє скоротити час на підготовку прийняття рішення, а також видачу рекомендацій.

Сутністю методології підтримки управління пожежно-рятувальними підрозділами під час гасіння пожеж є її організація як системи основоположних ідей та знань (понять, правил, принципів та оцінок ефективності), що базуються на принципах системного підходу, реалізованої математичними засобами (моделями, методами, методиками та алгоритмами), а також логіка управління процесом створення, вдосконалення та використання моделей, методів та алгоритмів функціонування системи управління при гасінні пожеж на об'єктах економіки, соціальної інфраструктури та прилеглої до них території, на різних рівнях управління та аналізу її ефективності.

КГП повинен мати потенційно допустимі управлінські рішення для можливих результатів, що виходять за рамки вимог плану гасіння пожежі, для відповіді на різні питання перед і під час пожежогасіння. Архітектура такої моделі надає можливість розкрити резерви, незадіяні елементи системи пожежогасіння та неекономічні шляхи реалізації управлінського рішення.

При проведенні досліджень з урахуванням специфіки вирішення задач управління та прийняття рішень щодо локалізації пожеж пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України було розроблено алгоритм підтримки прийняття управлінського рішення щодо залучення достатньої кількості сил та засобів на його гасіння (рис. 1).

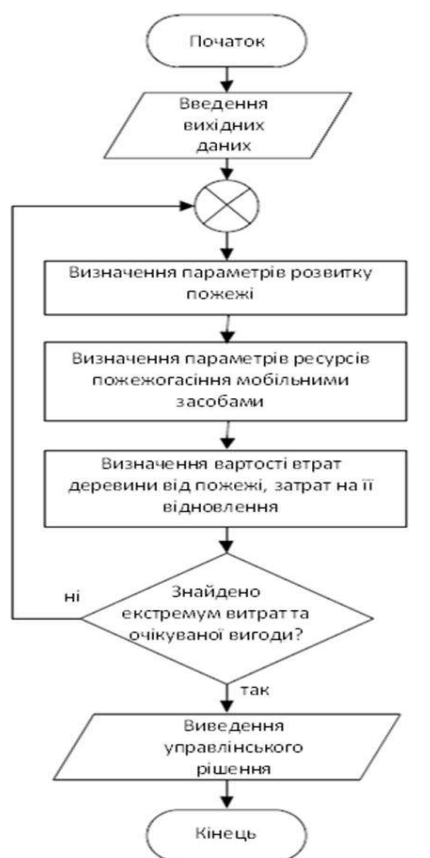


Рис. 1. Алгоритм підтримки прийняття управлінського рішення щодо достатності сил та засобів пожежогасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Eom S. B. Decision support systems research: reference disciplines and a cumulative tradition. *The International Journal of Management Science*, 23, 5, October 1995. P. 511–523.
2. Ginzberg M. I., Stohr E. A. *Decision Support Systems: Issues and Perspectives. Processes and Tools for Decision Support* / ed. by H. G. Sol. Amsterdam: North-Holland Pub.Co, 1983.
3. Keen P. G. W. *Decision support systems: a research perspective. Decision support systems: issues and challenges.* G. Fick and R. H. Sprague. Oxford; New York:Pergamon Press, 1980.

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПК
ЛІРА-САПР**

*Ромашкіна М.А., к.т.н.
ТОВ «ЛІРА САПР»*

Процес перенесення тепла становить особливий інтерес для сучасної науки і має велике практичне значення в будівельній та інших галузях промисловості. Наприклад, при розрахунку огорожувальних конструкцій в умовах змінних теплових впливів (теплоізоляція будинків, печей, трубопроводів). Крім того, розв'язання задачі теплопровідності є важливим етапом при визначенні вогнестійкості конструкції. Так, згідно з Eurocode EN 1992-1-2 (2004) [1] та ДСТУ-Н EN 1991-1-2:2010 [2] уточнені методи розрахунку включають розрахункові моделі для визначення зростання та розподілення температури по всіх елементах конструкції (теплотехнічний розрахунок).

Для розв'язування задач теплопровідності застосовують аналітичні та чисельні методи. Аналітичні методи полягають у підборі такого рівняння процесу, яке б задовольняло диференціальному рівнянню теплопровідності та крайовим умовам. З аналітичних методів найчастіше застосовуються методи інтегральних перетворень (перетворення Ханкеля, Лапласа, Фур'є) і метод джерел.

На сьогодні найбільш поширеним чисельним методом є розрахунок за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ, або FEM). Модель для чисельного аналізу може містити реальні дані про геометричні характеристики, властивості матеріалів, граничні умови і надавати повну і детальну інформацію про поля температур.

Рівняння крайової задачі нестационарної теплопровідності наведено у формулі (1):

$$K_{xx} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + K_{yy} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + K_{zz} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + w = \rho c \frac{\partial T}{\partial t} , \quad (1)$$

де $T = T(x, y, z, t)$ – поле температур в області Ω ; K_{xx} , K_{yy} , K_{zz} – коефіцієнти теплопровідності в напрямку x , y , z відповідно; $w = w(x, y, z, t)$ – потужність теплогерел всередині тіла; ρ – щільність матеріалу; c – питома теплоємність матеріалу.

Розв'язати дане рівняння можна методом скінченних елементів або методом скінченних різниць. При використанні першого методу, конструкцію моделюють спеціальними скінченними елементами з одним ступенем вільності – температурою, яка є скалярним значенням.

Починаючи з версії 2019 в ПК ЛІРА-САПР реалізовані методи моделювання стаціонарних і нестационарних процесів теплообміну. Для вирішення задач теплопровідності розроблена нова ознака схеми – 15. У цьому випадку вузли розрахункової схеми мають один ступінь вільності – температуру T . Для моделювання таких задач реалізовані нові типи скінченних елементів: одномірні, плоскі і просторові СЕ теплопровідності. Також, створені спеціальні скінченні елементи конвективної тепловіддачі для моделювання контакту поверхні з середовищем. У якості вихідних даних елементів теплопровідності задаються теплофізичні властивості матеріалів (коефіцієнт теплопровідності, питома теплоємність, питома вага). Для елементів конвекції задається конвективний коефіцієнт тепловіддачі.

Реалізовано розрахунок величини теплового потоку в задачах теплопровідності, а також підсумовування теплового потоку для вибраних завантажень. Результати розрахунку задачі теплопровідності можуть бути представлені в табличній та графічній формі: у вигляді мозаїк і ізополей температур, мозаїк теплового потоку. А обчислені

температурні поля з будь-якого завантаження задачі стаціонарної теплопровідності, та в будь-який момент часу для задач нестационарної теплопровідності можна перетворити в температурне навантаження для визначення напружено-деформованого стану конструкції [3].

В ПК ЛІРА-САПР 2022 реалізовано нелінійну теплопровідність для стержневих, пластинчастих та об'ємних СЕ. З'явилася можливість створювати закони зміни коефіцієнта теплопровідності, коефіцієнта теплоємності та питомої ваги залежно від температури. При розробці системи «Теплопровідність» у ПК ЛІРА-САПР особливу увагу було приділено точності та достовірності отриманих результатів розрахунку. Було виконано співставлення результатів розрахунку задач теплопровідності з аналітичними рішеннями, а також з рішенням в ANSYS. Нижче наведено графік залежності теплопровідності від температури та ізополя температур для одного із виконаних верифікаційних тестів, де порівнювались результати розрахунку в ПК ЛІРА-САПР та ANSYS (рис. 1).

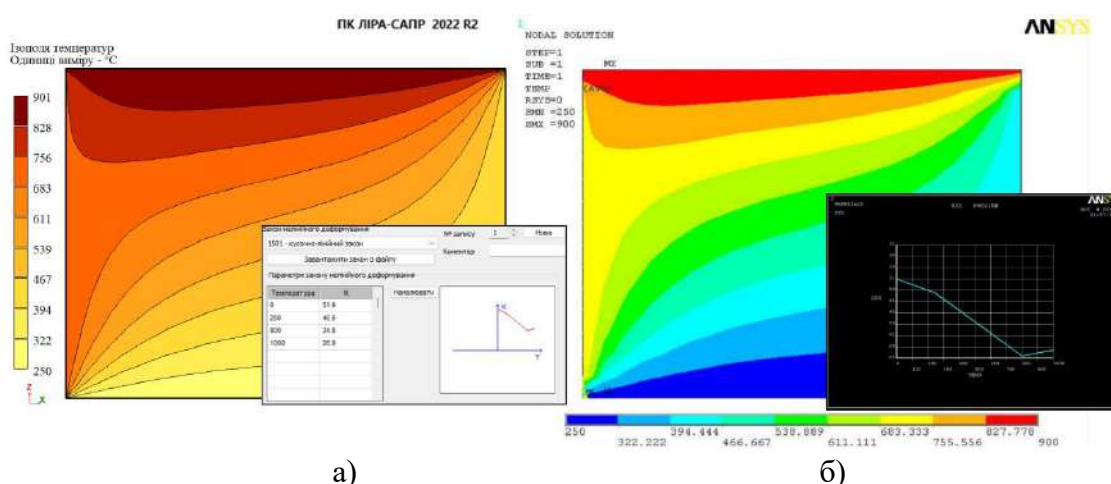


Рис. 1. Приклад вирішення задачі нелінійної теплопровідності: а) ПК ЛІРА-САПР; б) ANSYS.

Таким чином за допомогою системи «Теплопровідність» ПК ЛІРА-САПР можна виконати моделювання різних видів перенесення тепла (тепловіддача, теплопередача, конвективно-променисте перенесення тепла). Що буде корисно при вирішенні таких практичних задач, як теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, проектування ефективного вогнезахисту будівельних конструкцій, визначення дійсної межі вогнестійкості та ін.

ЛІТЕРАТУРА

1. EN 1992-1-2: 2004 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design.
2. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT)».
3. Barabash M.S., Romashkina M.A., Bashynska O.U. Thermal stress state of reinforced concrete floor slab. Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-and-technical collected articles – Kyiv: KNUBA, 2019. Issue 103. P. 43–56.

СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ

Щолокова А.С.,

Щолоков Е.Е.,

Майборода Р.І.

Національний університет цивільного захисту України

Моніторинг станів конструкцій – це передова технологія, що вбачається потужним інструментом для управління цивільною інфраструктурою. Основними задачами роботи систем є оцінка стану конструкції, моніторинг та контроль [1]. Оскільки актуальність проблеми зношення цивільної інфраструктури, нажаль, часто підтверджується заголовками новин, то розвиток та застосування технологій моніторингу стану конструкцій є нагальною потребою [2].

Такі системи дозволяють своєчасно виявити можливе погіршення стану конструкції або певне пошкодження, оцінити вплив зовнішнього навантаження, спрогнозувати строк служби конструкції, зробити обслуговування та нагляд за конструкціями швидше та ефективніше.

Існують дротові та бездротові системи моніторингу. При чому бездротові мають переконливі переваги перед дротовими – вони дешевші, їх легше встановлювати та трансформувати (за відсутності великої кількості дротів), вони більш гнучкі в роботі. Тому цілком природньо, що найбільшої уваги в останній час набуває розвиток саме бездротових систем. Проте у них є й недоліки – бездротові системи більш складні в проектуванні та чутливі до впливу зовнішніх факторів.

Будь-яка система моніторингу принципово складається з [3]:

– сенсорів, що встановлюються безпосередньо на конструкцію та реєструють зміни, пов'язані з перебіганням хімічних (корозія, зміна рН, наводнення, карбонізація, тощо) та механічних (натяг, деформація, напруга, зміщення, навантаження, тощо) процесів, зміни фізичних показників (температура, вологість, тиск пари, тощо) [4];

– блоку обробки даних, що має вбудовану пам'ять, мікроконтролер, аналогово-цифровий конвертер. Він використовується для одержання сигналів від сенсорів, зберігання інформації та програм обробки даних;

– блок зв'язку (для бездротових систем) – двосторонній канал зв'язку, що зазвичай працює на короткій дистанції;

– джерело живлення, що складається з хімічного джерела струму або підключення до електромережі та DC-DC конвертора.

Цикл роботи системи починається з встановлення сенсорного вузла. Має сенс розміщувати його в стратегічно важливих точках конструкції. При роботі сенсорний вузол реєструє значення контрольованого параметру та одержані дані передаються через систему збору до системи бази даних. Дані обробляються певними методами та алгоритмами, після чого відбувається оцінка одержаної інформації про стан конструкції. Після чого, в залежності стану виявлених пошкоджень а також їх місця знаходження приймається рішення про проведення інспекції та/або технічного обслуговування [5].

Важливо зазначити, що системи моніторингу стану конструкцій вже знаходять широке застосування. Прикладом можуть виступати компанії «GKM Consultants», серед яких моніторинг стану греблі в Манітобі (Канада) та Болгарії; обладнання та моніторинг моста в Монреалі (Канада), моніторинг структурної цілісності моста 116-го маршруту в Квебеку (Канада); моніторинг впливу на опори для земельних робіт в режимі реального часу на станції Трансбей (Сан Франциско); та інші [6]. Інший приклад – досвід компанії Fuji Electric, що встановили свою систему моніторингу в головний урядовий будинок

мерії міста Кумамото (Японія) в поєднанні з системою компанії Nikken Sekkei. В цій будівлі розташовано центр попередження надзвичайних ситуацій у випадку стихійного лиха. Системи успішно працюють з 2019 року. Якщо раніше для оцінки пошкодження будівель внаслідок стихійних лих спеціалістам потрібно було декілька місяців, то зараз строк обстеження скоротився до декількох хвилин. Важливо, що для коректної роботи необхідний стабільний зв'язок із мережею [7].

Отже, очевидними є переваги таких систем. Серед них: можливість виявлення пошкоджень на ранніх етапах, що дозволяє попереджувати настання аварійних ситуацій, а отже підвищити рівень безпеки; оптимізація та раціоналізація експлуатації, інспекції та обслуговування будівель, і як результат – підвищення ефективності роботи профільних спеціалістів; здешевлення та спрощення моніторингу та обслуговування складних інженерних систем; можливість застосування систем для моніторингу великої кількості параметрів для конструкцій в різних галузях; збільшення строку експлуатації будівель та конструкцій; системи можуть застосовуватися як короткостроково, так і встановлюватися для постійного використання; можливість прогнозування поведінки конструкцій за певних умов та розвитку можливих загроз.

Перспективними напрямками подальшого розвитку систем моніторингу конструкцій є застосування мобільних та інтелектуальних технологій [8], автоматизація процесу, використання штучного інтелекту та машинного навчання [5], створення платформ програмного забезпечення для спільного моніторингу, та інші.

Оскільки будівлі та споруди в процесі своєї експлуатації зазнають змін у своєму стані тому для зменшення ризиків, запобігання можливим катастрофам та оптимізації планування діяльності з технічного обслуговування, вкрай бажано забезпечити своєчасну оцінку їх структурного стану.

Розробка, модернізація та впровадження систем моніторингу стану конструкцій вбачається раціональним та перспективним вирішенням заявленої проблеми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chandrasekaran S. Structural health monitoring with application to offshore structures. 2019.
2. López-Higuera J. M. et al. Fiber optic sensors in structural health monitoring. *Journal of lightwave technology*. 2011. Т. 29. №. 4. С. 587–608.
3. Abdulkarem M. et al. Wireless sensor network for structural health monitoring: A contemporary review of technologies, challenges, and future direction. *Structural Health Monitoring*. 2020. Т. 19. № 3. С. 693–735.
4. Hui L. I., Jinping O. U. Structural health monitoring: From sensing technology stepping to health diagnosis. *Procedia engineering*. 2011. Т. 14. С. 753–760.
5. Malekloo A. et al. Machine learning and structural health monitoring overview with emerging technology and high-dimensional data source highlights // *Structural Health Monitoring*. 2022. Т. 21. № 4. С. 1906–1955.
6. URL: <https://www.gkmconsultants.com/en/projects/>
7. URL: <https://www.fujielectric.com/products/solution/case-studies/structural-health-monitoring-system.html>
8. URL: Ozer E., Feng M. Q. Structural health monitoring. Start-up creation. Woodhead Publishing, 2020. С. 345–367.

СИСТЕМА АКУСТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЖЕРЕЛ НЕБЕЗПЕК ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА

Усачов Д.В.,

Тютюник В.В., д.т.н., професор

Національний університет цивільного захисту України

Одним із шляхів підвищення ефективності безпеки в містах є необхідність створення ситуаційних центрів, з ефективною геоінформаційною системою моніторингу території міста з метою виявлення та ідентифікації джерел небезпек різної природи для нормального функціонування об'єктів критичної інфраструктури.

Тому, авторами безперервний та тривалий у реальному масштабі часу оперативний моніторинг за джерелами небезпек пропонується здійснювати шляхом об'єднання у систему моніторингу наземних автоматизованих пристроїв контролю акустичного простору та пасивної локації джерел небезпек, а також отримання й обробки інформації від наземних пристроїв акустичного контролю ситуаційним центром, функціонування якого пов'язано з системою виконання антикризових рішень щодо запобігання, локалізації та ліквідації наслідків НС [1, 2].

Методи пасивної акустичної локації джерел терористичних небезпек мають свої специфічні особливості, а саме: в умовах відсутності інформації про термін акустичного випромінювання дальність до джерела випромінювання не можливо визначити за даними прийому тільки одного наземного засобу автоматизовано контролю акустичного простору. У зв'язку з цим, для визначення координат джерела терористичної небезпеки необхідно застосовувати комплекс двох або декількох рознесених у просторі засобів автоматизовано контролю акустичного простору, які з'єднані каналами зв'язку та утворюють комп'ютерну мережу; прийом прямого, а не відбитого сигналу, полегшує виявлення і вимір координат джерела терористичної небезпеки, але незнання форми сигналу та наявність інших джерел акустичного випромінювання ускладнює процес оперативного моніторингу за зоною терористичних дій; відсутність передавальних пристроїв при пасивній локації спрощує апаратуру, а також підвищує її енергозбереження та скритність.

Функціональну схему цієї системи наземних стаціонарних засобів автоматизованого контролю акустичного простору, ситуаційного центру, підсистеми зв'язку та передачі телеметричної інформації, а також підсистеми виконання антикризових рішень щодо запобігання, локалізації та ліквідації наслідків НС, представлено на рис. 1.

Основним показником ефективності функціонування підсистеми оперативного акустичного моніторингу зони НС на території міста є достовірність ідентифікації джерела небезпеки за видом та місцем виникнення [3].

Фактори, які можуть впливати на достовірність акустичної ідентифікації джерела небезпеки, можливо об'єднати у три групи. До першої групи належать фактори, які характеризують безпосередньо динаміку зміни показників розвитку джерела небезпеки. До другої групи факторів належать тактико-технічні характеристики засобів контролю акустичного простору (метрологічні та експлуатаційні показники засобів отримання та обробки інформації). До третьої групи факторів належать географічні та фізико-хімічні характеристики місця виникнення джерела небезпеки та середовища розповсюдження інформаційного акустичного сигналу.

В таких умовах виникає необхідність аналізу ефективності функціонування засобів контролю акустичного простору у режиму слабкої рефракції звуку, який можливо віднести до випадку прямого поширення звукової хвилі в точку спостереження. При цьому режимі (рис. 3, а) в точку спостереження приходять тільки два променя: прямий промінь, який не має точки повороту, та відбитий від Землі промінь, де променева картина розповсюдження звуку характеризується зневажливо малою кривизною траєкторій променів. Розрахунок звукових тисків у цьому випадку можливо виконати за виразом:

$$L_{R_M}(f) = L_s(f) + L_{abs}(f) + L_t(f) + L_e(f) + L_{div}(f) + L_{pat}(f), \quad (1)$$

де R_M – радіус зони імовірнісної акустичної ідентифікації терористичних дій, $L_{R_M}(f)$ – рівень звукового тиску на вході наземного стаціонарного засобу контролю акустичного простору на частоті f від джерела терористичних дій, які виникли на межі зони достовірної акустичної ідентифікації, $L_s(f)$ – звуковий тиск від джерела терористичних дій, що перерахованих до звукового тиску на відстані одного метра від джерела, $L_{abs}(f)$ – вклад класичного та молекулярного поглинання звуку у атмосфері, $L_t(f)$ – вклад турбулентного послаблення звуку, $L_e(f)$ – вклад приземного ослаблення звуку (враховується вплив інтерференції прямої та відбитої хвилі), $L_{div}(f)$ – вклад кутової розбіжності, $L_{pat}(f)$ – доданок, який враховує характеристики діаграми направленості засобу контролю акустичного простору.

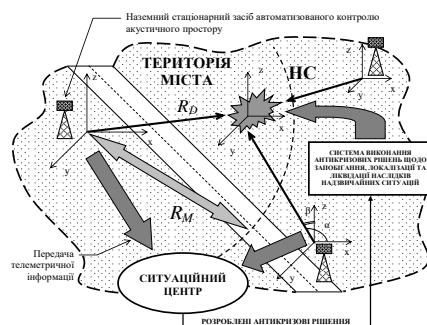


Рис. 1. Схема функціонування на території міста системи наземних стаціонарних засобів автоматизованого контролю акустичного простору, ситуаційного центру, підсистеми зв'язку та передачі телеметричної інформації, а також підсистеми виконання антикризових рішень щодо запобігання, локалізації та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій терористичного характеру.

Рівняння (1) виражає закон збереження енергії та є рівнянням енергетичного балансу. Всі складові правої частини цього рівняння, крім складової $L_s(f)$, мають, як правило, від'ємне значення. Для достовірної акустичної ідентифікації джерела небезпеки та визначення на території міста місця виникнення НС необхідно виконання наступних умов: $R_D \leq R_M$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рубан І. В., Тютюник В. В., Тютюник О. О. Особливості створення системи підтримки прийняття антикризових рішень в умовах невизначеності вхідної інформації при надзвичайних ситуаціях. Науковий журнал «Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони». Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського. 2021. №1 (40). С. 75–84.

2. Тютюник В. В., Яценко О. А., Рубан І. В., Тютюник О. О. Особливості функціонування системи ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій. Науковий журнал «Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони». Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського. 2022. Вип. 1(43). С. 41–52.

3. Дивизинюк М., Гончаренко Ю., Гончаренко Д. О проблеме расчета дальности приема акустической информации с открытых площадок. Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». 2012. № 1(23). С. 29–35.

NORMATIVE ACT MATHEMATICAL ALGORITHM LINEARIZATION

*Teslenko O., Associate Professor
National University of Civil Defence of Ukraine*

Any normative act [1] can be considered as an operator that transforms the input data into output information, which is interpreted as the result of applying the normative act above. According to previously published works [2], the existing normative acts can be represented in digital form, so that the given operator (E) will transform the space of dangerous factors, expressed numerically, into the space of danger criteria.

$$\vec{a} = E(\vec{f}), \quad (1)$$

where \vec{a} is the vector of criteria, \vec{f} is the vector of factors corresponding to the dangerous object.

The most convenient representation will be the operator E in a linear form. Then it can be written as a numerical matrix. For the normative acts under consideration (normative acts defining occupational hazards), this operator is never linear. However, in some neighborhood \vec{f}_0 with specific values, you can use the linear approximation:

$$\vec{a} \approx \vec{a}_0 + J(\vec{f} - \vec{f}_0), \quad (2)$$

where \vec{f} is the vector of factors corresponding to an arbitrary point in the space of dangerous objects, \vec{a} is the vector of criteria, \vec{f}_0 is the vector of factors corresponding to the chosen point for linear interpolation of the space of dangerous objects for linear interpolation, \vec{a}_0 is the vector of criteria at the point of \vec{f}_0 , J is the Jacobian matrix. The calculation of the Jacobi matrix can present some difficulty, which can be circumvented by using its numerical approximation. The numerical values of the Jacobi matrix elements can be calculated based on two or more hazard criteria vectors calculated for several vectors of the space of dangerous factors.

$$J_{ij} = \left[\frac{\partial a_i}{\partial f_j} \right] \approx \hat{J}_{ij} = \left[\frac{\Delta a_i}{\Delta f_j} \right], \quad (3)$$

where Δf_i is the increment of the i -component of the hazard vector, Δa_i is the corresponding increment of the hazard criteria vector.

With a known Jacobi matrix, it is easier to calculate such a characteristic of a random variable as its range. The range of the hazard criterion is the difference between the maximum and minimum values of the hazard criterion for all possible variations within the uncertainty of hazardous factors near the selected point.

In this work, the task to determine the legitimacy of replacing the mathematical algorithm of a normative act with its linear model in at least one normative act with a specific object of application is set out. The simplest way to check the legitimacy of such a replacement is a direct comparison of the calculation results using a normative act and its linear model. This comparison can be made by direct comparison of the patterns of dangerous objects distribution

in the space of dangerous factors obtained using the normative act algorithm and its linear approximation. This comparison can also be made by direct comparison of the patterns obtained with the help of the normative act operator and its linear approximation, Fig.1. This shows the boundary between dangerous and safe areas.

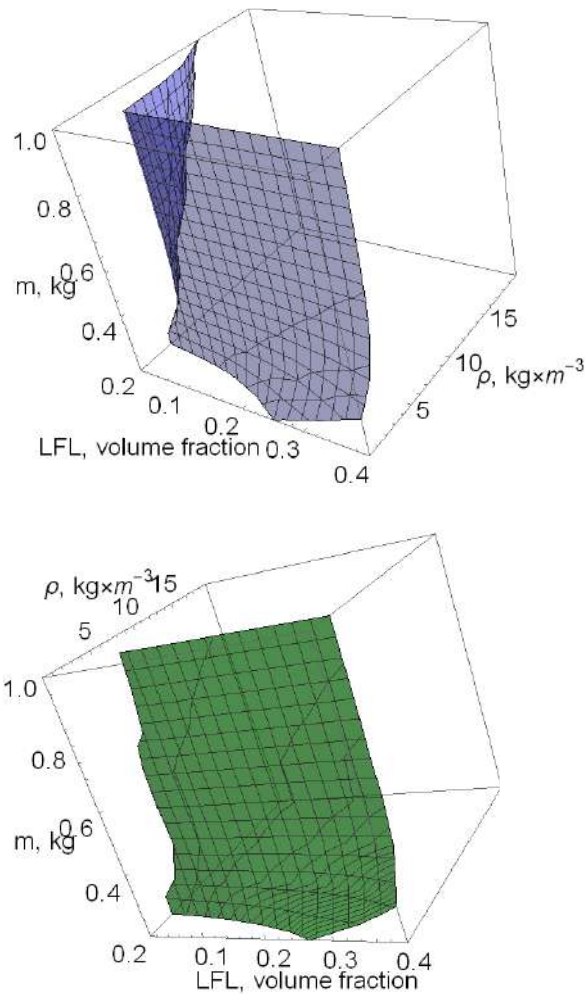


Fig. 1. Pictures obtained using the normative act operator and its linear approximation. Interface boundary of space with dangerous and non-hazardous objects: ρ – gas density, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$; m – mass of gas at the production facility, kg ; LFL – lower concentration limit for flame propagation, volume fraction.

This study shows that a linear approximation of a regulation can be applied over a limited area in the space of hazards.

REFERENCES

1. Teslenko A. A., Tokar A. I. Reliable estimates explosion for externalunitin Russia, Belarus and Ukraine. Eastern european scientific journal. Dusseldorf. 2014. P. 210–215. DOI 10.12851/EESJ201410
2. Categories definition of premises, buildings and outdoor units for explosion and fire hazard: DSTU B V.1.1-36-2016. Official edition. K.: Minregion of Ukraine, 2016. 31 p. (Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Affairs of Ukraine, dated 15.06.2016 No. 158, effective from 01.01.2017)

3. Teslenko A. A., Tokar' A. I. Methods for assessing the explosion hazard of outdoor units in Russia, Belarus and Ukraine. Problems of fire safety Digest of Scientific Tr. NUTSZU. Iss. 36. Kharkov: NUGZU, 2014. P. 259–265.

4. Teslenko A. A., Royanov A. N. Methods for assessing the fire hazard of premises in Russia, Belarus and Ukraine. Problems of fire safety Digest of Scientific Tr. NUTSZU. Issue. 37. Kharkov: NUGZU, 2015. P. 223–227.

СЕКЦІЯ 3

РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТА ЛІКВІДАЦІЯ ЇХ НАСЛІДКІВ

УДК 614.844; 614.845

ОСОБЛИВОСТІ ЕКРАНУВАННЯ ТЕПЛОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
ВОГНЕГАСНИМИ АЕРОЗОЛЯМИ

Баланюк В. М.¹, д.т.н., доцент,

Мирошкін В.С.¹, ад'юнкт,

Гарасим'юк О.І.², к.т.н.,

Пастухов П.В.¹, к.т.н.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,

ГУ ДСНС України у м. Києві

На даний час існує проблема захисту будівель та споруд, які можуть бути розташовані безпосередньо в зоні виникнення пожежі від дії теплового випромінювання спричиненого пожежею. Електромагнітні хвилі здатні переносити на значну відстань велику кількість енергії, та суттєво підвищувати температуру поверхонь, що може спричиняти їх займання.

Діапазон теплового випромінювання простягається від 0.1 до 1000 мкм. Людське око сприймає дуже незначну частину цього спектру 0.396-0-760 мкм. При температурах 500–1500⁰С основна частка енергії випромінювання потрапляє на інфрачервону ділянку спектра і лише при дуже високих температурах (понад 4000 градусів Цельсія) також і на видимому та певною мірою на ультрафіолетову. При цьому практичне значення мають промені із довжиною хвилі не більше 40 мкм для інфрачервоного випромінювання, 0.4-0.8мкм видимого, та 0.02-.0.4 мкм для ультрафіолетового [1].

Найбільш поширеним способом захисту від теплового випромінювання є влаштування водяних протипожежних завіс. Відомо що такі завіси мають екранувальну та охолоджувальну здатність, ефективність яких залежить від величини крапель води [2]. При цьому деякі автори [3] зазначають, що такі завіси слабо поглинають короткохвильове інфрачервоне випромінювання і є ефективними в основному для екранування випромінювання низькотемпературних джерел.

Також існує механічний спосіб обмеження контакту горючої системи з поверхнями, за допомогою влаштування перешкод з різних тепловідбивних матеріалів (метал, азбест, графіт тощо), однак цей спосіб дуже складно застосовувати на практиці.

Високими екранувальними та поглинальними властивостями володіє також вогнегасний аерозоль, що складається з дисперсних неорганічних солей калію - K₂CO₃, KOH, KCL, завислих у газовій суміші повітря CO₂, N₂. Полідисперсна фаза аерозоллю містить частинки з розмірами частинок від 0,01 мкм до 0,1 мкм.

Завдяки розмірам зазначених частинок аерозоль буде ефективно поглинати інфрачервоні промені в діапазоні міліметрових хвиль [4]. У випадку з аерозолем поглинання теплового випромінювання буде забезпечуватись не тільки частинками, але і газовою сумішшю в якій вони є завислі [5]. Таким чином, завдяки тому, що аерозоль містить полідисперсну суміш частинок аерозоллю в суміші з газами, кожна з фракцій аерозоллю буде активно поглинати теплове випромінювання на відповідній частоті. При цьому внаслідок того, що частинки аерозоллю володіють неправильними формами, можна припустити, що вони будуть поглинати та розсіювати світло набагато

ефективніше ніж у випадку з сферами, кулями чи іншими правильними геометрично тілами.

Загалом аерозоль буде поглинати теплову радіацію у спектрі ІЧ випромінювання для твердих частинок від 3 мкм до 15 мкм, для CO_2 12 мкм–16 мкм, та для водяної пари 5 мкм–8 мкм що відображено в таблиці 1.

Таблиця 1. Діапазон поглинання електромагнітного випромінювання основними компонентами вогнегасного аерозолю

№	Речовина	Діапазон теплового випромінювання який поглинається речовиною	Примітка
1	Аерозоль (полідисперсна фаза 0,01–0,1 мм) K_2CO_3 , KCl , KOH , KHCO_3	3 мкм–15 мкм	Деякі типи аерозольних частинок можуть також поглинати інфрачервоне випромінювання на інших частотах залежно від їх складу та фізичних властивостей
2	Водяна пара	5 мкм–8 мкм та смуга поглинання з центром 11 мкм	
3	N_2	смуга поглинання з центром 9,6 мкм	
4	CO_2	12 мкм–16 мкм та смуги поглинання з центрами 1,9 мкм 2,7 мкм 4,3 мкм	

Таким чином, можна зробити висновок, що шляхом створення відповідних концентрацій аерозолю в одиниці об'єму можна досягти ефекту, який зможе забезпечити поглинання теплового випромінювання в спектрах, які зустрічаються в практиці гасіння пожеж та є в діапазоні спектру хвиль, які беруть участь в процесі теплообміну.

На даний час не визначено, які саме параметри необхідно враховувати для розрахунку створення ефективних аерозольних завіс, для екранування випромінювання та не обґрунтовано умови їх застосування у різних випадках на пожежах. Такими параметрами можуть бути: необхідна концентрація аерозолю та інтенсивність його подачі, співвідношення інтенсивності випромінювання до часу існування аерозолю без руйнування, час захисної дії аерозольних завіс, товщина шару аерозолю його теплопровідність, оптична щільність та оптимальна відстань розміщення екрана між джерелом тепла та об'єктом який потрібно захистити тощо.

Визначення взаємодії та вплив чинників, на ефективність екранування аерозолем дасть можливість створити наукові підходи щодо визначення параметрів ефективних аерозольних завіс при різних інтенсивностях випромінювання. Зазначені наукові результати при впровадженні в практичне застосування стануть дієвим інструментом захисту різного роду споруд, конструкцій та установок від впливу теплового випромінювання що сприятиме ефективному попередженню та гасінню пожеж.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малишев В. В., Кретов В. В., Гладка Т. М. Технічна термодинаміка та теплопередача. Університет «Україна». 2015. С. 258.

2. Виноградов А. Г. Розрахунок коефіцієнту пропускання сферичних крапель води для типових спектрів випромінювання на пожежах Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування. № 2 (68). 2013. С. 108–115.

3. Стилик І., Бенедюк В., Тимошенко О., Грачов А. Шляхи та проблемні питання впровадження водяних протипожежних завіс в Україні. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2020. № 2 (10). С. 22–31.

4. Баланюк В. М., Гарасим'юк О. І., Копистинський Ю. О., Гриньова А. В. Перспективи використання вогнегасного аерозолю на основі неорганічних солей калію для екранування теплового випромінювання на пожежах. Збірник наукових праць «Пожежна безпека». 2021. №39. С. 56–62.

5. Школьнік Є. П. Фізика атмосфери: Одеса, 2005. 507 с.

ТЕПЛОВИЙ ВПЛИВ ПОЖЕЖІ НА ПОКРІВЛЮ РЕЗЕРВУАРА З НАФТОПРОДУКТОМ

Басманов О.Є., д.т.н., професор,

Максименко М.В.

Національний університет цивільного захисту України

Резервуарні парки є основним місцем зберігання нафти і нафтопродуктів в процесі їх переробки і транспортування. Накопичення значних об'ємів горючих рідин на відносно невеликій площі призводить до підвищеної пожежної небезпеки. Особливу загрозу являє каскадне розповсюдження пожежі на сусідні резервуари, внаслідок теплового впливу на них. Найбільш поширеними в Україні і світі є вертикальні сталеві резервуари (РВС). Нагрів сталевих конструкцій резервуара до температури самоспалахування парів нафтопродукту призводить до вибуху пароповітряної суміші в газовому просторі резервуара (якщо концентрація парів знаходиться між нижньої і верхньої концентраційними межами розповсюдження полум'я) або до горіння парів на виході з дихальних пристроїв (якщо концентрація парів в газовому просторі перевищує верхню концентраційну межу розповсюдження полум'я). Отже, для прогнозування сценаріїв розвитку пожежі необхідним є визначення динаміки зміни температури стінок і покрівлі резервуарів.

В [1] побудовано модель нагріву стінки резервуара від пожежі розливу. Модель враховує теплообмін випромінюванням (з пожежею і навколишнім середовищем) і конвекцією (зовнішньої поверхні стінки з навколишнім повітрям і внутрішньої – з пароповітряною сумішшю). Але вплив вітру на зміну теплового потоку від пожежі в роботі не розглянуто.

В [2] побудовано модель теплового балансу для стінки резервуара, що нагрівається від пожежі в сусідньому резервуарі з нафтопродуктом. Модель спирається на припущення про кінчну форму факела над резервуаром з нафтопродуктом. У випадку вітру конус нахилиється, зберігаючи свою довжину.

В [3] побудовано модель нагріву покрівлі резервуара, яка враховує променевий теплообмін її зовнішньої поверхні з факелом пожежі і навколишнім середовищем, променевий теплообмін внутрішньої поверхні з простором всередині резервуара, конвекційний теплообмін з навколишнім повітрям і пароповітряною сумішшю в газовому просторі резервуара. На рис. 1 наведено розподіл коефіцієнта взаємного опромінення φ по покрівлі резервуара РВС-10000 в залежності від кута α і відстані r від осі резервуара при швидкості вітру 4 м/с, направленою від резервуара, що горить.

Вирази для коефіцієнтів взаємного опромінення φ , отримані в [2, 3], містять безрозмірні координати у підінтегральній функції. Це означає, що для всіх резервуарів з діаметром $D \leq 30/0,75 = 40$ (м), можуть бути використані графічні залежності на рис. 1. З практичної точки зору це означає всі резервуари до РВС-20000 включно.

Нахил факела вітром у бік сусіднього резервуара призводить до збільшення коефіцієнта взаємного опромінення. За відсутності вітру максимальне значення коефіцієнта взаємного опромінення досягається краю покрівлі, оберненої в бік пожежі, і складає 0,0901.

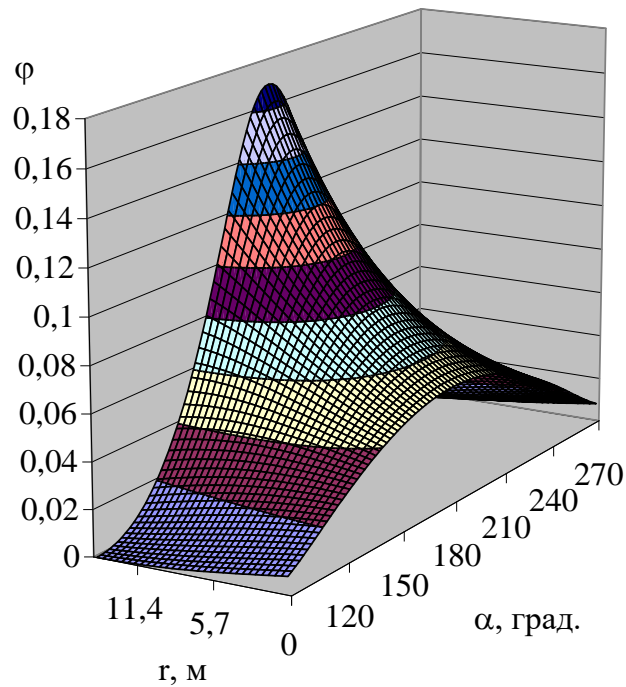


Рис. 1. Розподіл коефіцієнта взаємного опромінення по покрівлі резервуара при пожежі в сусідньому резервуарі з горючою рідиною і швидкості вітру 4 м/с.

При швидкості вітру 2 м/с цей коефіцієнт зростає на 64 % і становить 0,1475, а при швидкості 4 м/с зростає в 1,9 рази, досягаючи величини 0,1697. Вітер, направлений від резервуара, що горить, до сусіднього збільшує небезпеку розповсюдження пожежі. Зокрема, при швидкості вітру 2 м/с покрівля досягає температури 250 °С вже через 4,3 хв., а при 5 м/с – через 2,5 хв. Скорочення часу досягнення небезпечних значень температури покрівлю резервуара означає необхідність охолодження сусідніх резервуарів вже через 2–3 хв. після початку пожежі.

Обмеженням побудованої моделі є те, що вона не враховує нагріву внутрішніх поверхонь покрівлі і стінок резервуара внаслідок взаємного опромінення. Внаслідок цього нагрів стінки і покрівлі буде відбуватися швидше, ніж це впливає з моделі. Подальші перспективи дослідження пов'язані з побудовою комплексної моделі нагріву стінки, покрівлі і пароповітряної суміші в резервуарі під тепловим впливом пожежі, а також визначенням інтенсивності подачі води, що забезпечує охолодження до безпечної температури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lackman T., Hallberg M. A dynamic heat transfer model to predict the thermal response of a tank exposed to a pool fire. *Chemical engineering transactions*. 2016. Vol. 48. P. 157–162.
2. Басманов О. Є., Максименко М. В. Моделирование влияния пожежі на сусідній резервуар з нафтопродуктом в умовах вітру. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2022. 1 (35). С. 239–253.
3. Максименко М. В. Модель нагріву покрівлі резервуара під впливом пожежі в сусідньому резервуарі. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2022. 2 (36). С. 233–247.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОСОЧЕННЯ РІДИНИ В ГРУНТ

Басманов О.Є., д.т.н., професор,

Олійник В.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Значна кількість надзвичайних ситуацій, що виникають в хімічній, переробній промисловості і на транспорті, починаються з аварійного розливу горючих або інших небезпечних рідин. Найбільшу небезпеку при цьому являє займання розливу горючої рідини. Розробка планів локалізації і ліквідації надзвичайних ситуацій, викликаних аварійним розливом горючої рідини, потребує інформації про форму і розміри розливу, а також про динаміку його зміни. Просочення рідини в ґрунт зменшує товщину шару рідини на поверхні ґрунту, а, значить, і площу розтікання. Отже, актуальною проблемою при розливі рідини на поверхні ґрунту є її просочення в глибину.

В [1] запропоновано апроксимацію часу просочення рідини у вигляді поліному третьої степені відносно глибини просочення. Побудовано оцінки коефіцієнтів полінома, як розв'язок задачі мінімізації відхилення розрахункових даних від експериментальних. Недоліком такого підходу є те, що коефіцієнти полінома не дозволяють розрахувати такі параметри просочення, як коефіцієнт гідравлічної провідності, коефіцієнт пористості ґрунту і показник капілярності.

Час просочення розлитої рідини в ґрунт визначається рівнянням:

$$t(z) = \frac{z}{K(1-\phi)} - \frac{c_0 + h_f}{K(1-\phi)^2} \ln \left(1 + \frac{1-\phi}{c_0 + h_f} z \right), \quad (1)$$

де z , t – глибина і час просочення відповідно; ϕ – коефіцієнт пористості ґрунту; c_0 – початковий рівень рідини на поверхні ґрунту; K – коефіцієнт гідравлічної провідності змоченого ґрунту; h_f – показник капілярності.

Коефіцієнт гідравлічної провідності і показник капілярності залежать від рідини, типу ґрунту і його стану. Це означає, що для практичного використання залежності (1) необхідно експериментальним шляхом визначити параметри просочення.

Нехай в моменти часу t_1, t_2, \dots, t_n вимірюється глибина просочення z_1, z_2, \dots, z_n і товщина шару рідини на поверхні h_1, h_2, \dots, h_n . Тоді коефіцієнт пористості може бути оцінено за формулою

$$\phi = \frac{h_1 - h_n}{z_n - z_1}. \quad (2)$$

Для визначення коефіцієнта гідравлічної провідності K і показника капілярності h_f запишемо функцію похибки [2]

$$L = \sum_{k=1}^n (z_k - F(t_k))^2, \quad (3)$$

де $F(t)$ – розв'язок алгебраїчного рівняння (1). Тоді оцінка параметрів K , h_f зводиться до розв'язання задачі мінімізації

$$L = \sum_{k=1}^n (z_k - F(t_k))^2 \rightarrow \min_{K, h_f} . \quad (4)$$

Значення K , h_f , що забезпечують мінімум функції (3), і будуть оцінками відповідних параметрів. Внаслідок неявного представлення функції $F(t)$ аналітичне розв'язання задачі (4) є неможливим. Тому доцільним є скористатися одним із чисельних методів оптимізації, наприклад, методом градієнтного спуску. Розглядаючи (4) як функцію $L(K, h_f)$, оберемо довільно початкові значення $K^{(0)}$, $h_f^{(0)}$ і будемо виконувати ітераційну процедуру:

$$(K^{(i+1)}, h_f^{(i+1)}) = (K^{(i)}, h_f^{(i)}) - \lambda_i \text{grad } L(K^{(i)}, h_f^{(i)}); \quad i = 0, 1, \dots, n, \quad (5)$$

де λ_i – параметр;

$$\text{grad } L(K^{(i)}, h_f^{(i)}) = \left(\frac{\partial L}{\partial K}, \frac{\partial L}{\partial h_f} \right) \Big|_{(K^{(i)}, h_f^{(i)})} . \quad (6)$$

При цьому значення параметра λ_i підбирається шляхом розв'язання задачі одновимірної мінімізації

$$L \left(K^{(i)} - \lambda_i \frac{\partial L}{\partial K} (K^{(i)}, h_f^{(i)}), h_f^{(i)} - \lambda_i \frac{\partial L}{\partial h} (K^{(i)}, h_f^{(i)}) \right) \rightarrow \min_{\lambda_i} \quad (7)$$

Наведений метод оцінки параметрів моделі просочення рідини вглиб ґрунту включає вимірювання глибини просочення в певні моменти часу, що робиться шляхом відеофіксації процесу просочення рідини в зразок ґрунту, насипаного в скляний мірний циліндр. Після цього оцінка коефіцієнта пористості знаходиться безпосередньо із експериментальних даних за формулою (2). А для оцінки значень коефіцієнта гідравлічної провідності і показника капілярності будується і розв'язується задача мінімізації (4). В ній якості критерію вибору значень цих параметрів використовується мінімум суми квадратів відхилень експериментально визначених глибин просочення від розрахованих за формулою (1). Для розв'язання задачі мінімізації (4) застосовано метод градієнтного спуску, особливістю якого є використання перших частинних похідних (5) від функції цілі і зведення вихідної задачі до послідовності задач одновимірної мінімізації (7).

ЛІТЕРАТУРА

1. Abramov Y., Basmanov O., Oliinik V., Khmyrov I. Justifying the experimental method for determining the parameters of liquid infiltration in bulk material. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. 4/10(118). P. 24–29.
2. Олійник В. В., Басманов О. Є., Михайловська Ю. В. Метод експериментального визначення параметрів просочення рідини в ґрунт. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2022. 2 (36). С. 15–25.

ВИЯВЛЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

*Безугла Ю.С., к.т.н., доцент,
Національний університет цивільного захисту України*

Серед усіх небезпечних природних процесів повені відрізняються не тільки масштабами впливу факторів, що вражають, а й тривалістю. Добре сплановані, чітко та своєчасно проведені заходи щодо ліквідації наслідків забезпечують можливість уникнути великих втрат населення та значно знизити економічні збитки при надзвичайних ситуаціях, спричинених повенями будь-яких видів. Варто зазначити, що повені як стихійні лиха не можуть бути повністю запобігають всюди і всюди. Їх можна лише послабити та локалізувати. Боротьба з повенями — справа дуже трудомістка і вартісна. Таким чином, існує науково-прикладна проблема підвищення ефективності заходів щодо мінімізації наслідків гідродинамічних надзвичайних ситуацій. Одними із завдань, спрямованих на вирішення зазначеної проблеми, є завдання виявлення та ліквідації гідродинамічних надзвичайних ситуацій ландшафтного типу. Вивченням повеней як стихійних природних явищ займається переважно гідрологічна наука.

За останні роки вченими-гідрологами створено методи інженерних розрахунків максимальних рівнів та витрат води при повенях рідкісної повторюваності. Виявлено та враховано всі населені пункти, що зазнають повеней, для кожного з них встановлено рівень води, з перевищенням якого починається затоплення. Щодо технологій прогнозування повеней, то на сьогоднішній день широке застосування знаходять методи нейромережевого прогнозування, нечіткої логіки тощо. Теоретичною базою аналізу об'єкта прогнозування є теорія ймовірностей та математична статистика, теорія чисельних методів аналізу та оптимізації, теорія факторного аналізу, диференціальні рівняння. Останні застосовуються для опису щодо регулярних процесів, випадкову складову яких можна знехтувати з тієї чи іншої причини. В основному ж, сучасні прогнозні моделі об'єктів будуються в рамках статистичних моделей, моделей екстраполяції та інтерполяції регулярних складових, оцінки впливу випадкових складових процесу.

Нарешті, накопичено великий практичний досвід боротьби з повенями. Однак доводиться зважати на те, що вивчення катастрофічних повеней пов'язане зі значними труднощами. Адже подібні повені трапляються дуже рідко і вже тільки тому важко піддаються детальному вивченню в природних умовах. Явище це багатофакторне, і роль окремих факторів у кожному окремому випадку неоднакова. Постійно доводиться переконуватися в тому, що один і той же дуже високий максимум весняної повені буває при різних комбінаціях факторів, що його зумовлюють – таких, як снігозапаси в кінці зими, інтенсивність сніготанення та дощові опади у весняний період. Ініціюючі події мають масштабний характер, тому проведення моніторингу в окремих точках (постах) часто недостатньо ефективні з точки зору побудови цілісної багатофакторної прогностичної картини.

Зрештою, для повені в цілому, як і для будь-якого іншого стихійного лиха, характерна надзвичайна динамічність природних процесів, невизначеність часу та місця настання, неоднозначність наслідків.

Слід зазначити, що аналіз публікацій з аналізованої проблематики дозволяє зробити висновки: до цього моменту не розроблено класифікацію повеней за масштабом соціальної та екологічної шкоди, наукові основи раціонального використання територій,

схильних до затоплення, системна концепція заходів, які необхідно здійснити. вити на паводконебезпечних територіях у періоди до, під час та після повені.

Прогнозоване потепління клімату та неминуче зростання урбанізації річкових долин, безсумнівно, призведуть до збільшення повторюваності та збільшення руйнівної сили повеней. Тому невідкладним завданням є розробка дієвих заходів запобігання повеням та захисту від них, оскільки це дозволить знизити витрати на ліквідацію наслідків від заподіяних ними лих. Комплекс заходів у паводконебезпечних районах, що включає прогнозування, планування та здійснення робіт, повинен проводитися до настання повені, у період її проходження та після закінчення стихійного лиха.

Підвищення рівня води відбувається за наступними причинами:

- сезонне танення снігового покриву (відрізняються значним та досить тривалим підйомом рівня води);

- інтенсивні дощі (характеризуються значними короткочасними підйомами рівня води);

- затори (скупчення льоду в руслі річки) та засмічення (скупчення пухкого, губчастого та дрібно-колотого льоду на початку зими, обвал породи внаслідок підмивання основи);

- вітрові нагони води на великих озерах та водосховищах, а також у гирлах річок,

- руйнування гребель, дамб, гідровузлів, запруд та інших гідротехнічних споруд.

Виходячи з перерахованого вище, розглянемо фактори, що безпосередньо впливають на розвиток гідродинамічних НС.

Перша група факторів - територіально-ландшафтні (L):

- висота та порізаність берегової лінії;

- наявність берегозміцнювальних природних чи штучних заходів;

- схильність до утворення тимчасових гідрозброї (затори, обвал породи).

Друга група обмежень - гідронакопичувальна (H), до яких слід віднести:

- запас води у сніговому покриві перед початком весняного танення;

- атмосферні опади в період сніготанення та повені;

- осінньо-зимове зволоження ґрунту до початку весняного сніготанення;

- глибина промерзання ґрунту до початку сніготанення;

- крижана кірка на ґрунті;

- інтенсивність сніготанення;

- поєднання хвиль повені великих приток басейну

Варто відзначити особливу небезпеку виникнення затоплення низинних районів внаслідок можливого каскадного розвитку надзвичайної ситуації при руйнуванні гребель, дамб та гідровузлів, спричинених ініціюючими причинами внаслідок підвищення рівня води.

ЛІТЕРАТУРА

1. Калустян Е. С. Статистика та причини аварій на гідротехнічних спорудах. Проблеми безпеки при надзвичайних ситуаціях. № 3. 1997. С. 40–50.

ПРО ЗАДАЧУ ЕФЕКТИВНОГО РОЗПОДІЛУ РОБІТ МІЖ НАЯВНОЮ ТЕХНІКОЮ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Бісик С.П.¹, д.т.н., професор,
Богомаз В.М.², к.ф.-м.н., доцент,
Боренко М.В.²,
Борисенко А.М.²*

*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки
Збройних Сил України,
Український державний університет науки і технологій*

Відповідно до чинного законодавства України [1] до основних завдань діяльності Державної спеціальної служби транспорту відноситься: відбудова транспортних комунікацій, порушених унаслідок надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, аварій і катастроф.

Прикладами об'єктів відновлення транспортної інфраструктури можуть бути: автомобільні дороги, залізничні колії, мости, переправи, шляхопроводи, які потребують відновлення внаслідок надзвичайних ситуацій або бойових дій. Для відновлення або будови вищезазначених об'єктів зазвичай проводиться великий об'єм земляних робіт, для виконання якого залучаються комплекси, основними машинами яких є екскаватори та автосамоскиди.

Подібні задачі, які стосуються визначення плану оптимального розміщення замовлень на залізничних підприємствах, розглядались в [2]. Питання організації процесу ущільнення відсипаної призьми земляного полотна комплектом машин розглядались в [3]. Окремі варіанти транспортних задач розглядались раніше у роботі [4]. Однорідна задача ефективного розподілу об'ємів робіт для екскаваторних комплексів підприємства розглядалась автором в роботах [5], але в ній розглянуто випадок, коли для відновлення об'єкту задіяно два види екскаваторів (без врахування кількості кожного виду) та припускається, що є можливість залучити необхідну кількість автосамоскидів для кожного з типів екскаваторів. Отже дослідження подібних задач зі збільшенням кількості видів екскаваторів та врахування наявних обмежень кількості техніки в підрозділі, які породжують певний час простою екскаваторних комплексів, є досить актуальним.

Математична модель задачі ефективного розподілу робіт між наявною технікою при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із відсипанням земляного полотна з урахуванням часу простою екскаваторів, викликаним обмеженням транспортних засобів, має вигляд:

$$t = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{x_i}{P_i} + T_{\text{прості}} + \frac{L}{v} \right\} \rightarrow \min \quad (1)$$

$$Z = \sum_{i=1}^n \left(C_i \cdot x_i + n_{\text{exi}} \cdot c_i^{\text{пер}} \cdot L \right) \rightarrow \min \quad (2)$$

$$\text{при } \sum_{i=1}^n x_i = V; \quad x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

де t – час виконання завдань на об'єкті з урахуванням часу транспортування комплексів до місця розробки ґрунту, год; Z – сумарна вартість виконання робіт, грн; P_i , $i = \overline{1, n}$ – продуктивність i -го типу екскаваторів, м³/год; n – кількість типів екскаваторів, які наявні в підрозділі; x_i – об'єм робіт, виконаний i -им типом екскаватору на об'єкті, м³; $T_{\text{Прості}}(N_{Ai})$ – сумарний час простою екскаваторів i -го типу, викликаний обмеженістю автосамоскидів, год; L – відстань від місця підрозділу до відповідного об'єкту відновлення, км; v – середня швидкість пересування техніки на об'єкт, км/год; V – сумарний об'єм робіт, м³; C_i – вартість виконання робіт i -им зразком екскаватора разом з транспортуванням, грн/м³; $c_i^{\text{пер}}(N_{Ai})$ – вартість пересування техніки, що пов'язана в комплексі i -го зразку екскаватора (автосамоскиди), на одиницю відстані, грн/км; n_{exi} – задана кількість i -го типу екскаваторів; N_{Ai} – кількість автосамоскидів i -го типу.

Набір об'ємів робіт $\overline{x_i}$, $i = \overline{1, n}$ будемо називати ефективним, якщо будь-яка зміна його величини призводить до збільшення хоча б одного з показників (вартості або часу). Розв'язком вище приведеної задачі будемо вважати множину \overline{X} , кожний з елементів якої є ефективним набором.

Висновки. В роботі побудовано математичну модель задачі ефективного розподілу робіт між наявною технікою на одному об'єкті відновлення при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за умови заданої кількості видів екскаваторів, кількості кожного з видів екскаваторів, та обмеженості кількості транспортних засобів для кожного виду екскаваторів, що породжує час простоювання останніх. Побудована модель являє собою задачу лінійного програмування з двома показниками якості. Для розглянутої задачі побудовано множину припустимих об'ємів робіт кожного екскаваторного комплексу. В якості чисельного прикладу розглянуто задачу з трьома типами екскаваторів. Для його розв'язування побудовано програму для розрахунку в системі аналітичних розрахунків Maple, за допомогою якої визначено множину ефективних розв'язків (графічну і аналітичну залежність об'ємів робіт трьох екскаваторних комплексів між собою, яка являє собою просторову пряму), графічну і аналітичну залежність вартості виконання робіт від часу, витраченого для цього.

ЛІТЕРАТУРА

1. Босов А. А., Кірпа Г. М. Формування варіантів раціональної мережі ліній високошвидкісного руху поїздів в Україні: монографія. Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2004. 144 с. ISBN 966-8471-05-9
2. Главацький К. Ц., Богомаз В. М. Організація процесу ущільнення відсипаної призми земляного полотна комплектом машин. Підйомно-транспортна техніка. Випуск 2. Д.: ДНУЗТ, 2008. С. 62–69.
3. Горяїнов О. М. Транспортні технології і логістика. Книга 1. Теорія і практика дисципліни «Вантажні перевезення» (для транспортних технологів): Підручник. Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка, 2013. 490 с.
4. Богомаз В. М., Петрунько В. О. Про однорідну задачу ефективного розподілу об'ємів робіт для екскаваторних комплексів підприємства. Тези 1-ої Всеукраїнської наукової конференції «Логістика і транспортна безпека: проблеми та перспективи розвитку в контексті аналізу сучасних викликів, загроз», 28 жовтня 2022. С. 105–108.
5. Богомаз В. М., Боренко М. В., Борисенко А. М. Алгоритм побудови ефективного розподілу об'ємів робіт для техніки підприємства. Тези 20-ї науково-практичної конференції «Математичне і програмне забезпечення інтелектуальних систем» 23.11-25.11.2022 р., ДНУ. С. 36–37.

ВИКОРИСТАННЯ МІНО-ПОШУКОВИХ СОБАК ДЛЯ ПОШУКУ ІНЖЕНЕРНИХ БОЄПРИПАСІВ

Гасієв С.Д.

Національний університет цивільного захисту України

Після повномасштабного вторгнення російської федерації, територію України було забруднено вибухонебезпечними предметами у великих обсягах. На даний час наша країна є найзамінованішою державою у світі. За словами представниці неурядової організації Mines Advisory Group (MAG) Катерини Темплтон - «Це навіть незрівнянно, як б сказала, із Сирією або Афганістаном. Це дійсно масштабно» [1]. На жаль щодня кількість мін та не боєприпасів які не розірвались на території нашої країни тільки збільшується. Ворог регулярно та масовано обстрілює наші території, не соромиться вигадувати нові способи мінування місцевості для ускладнення процесу розмінування. Одним із таких варіантів є використання двох протитанкових мін ТМ-62П покладених одна на одну і встановленими на більшу глибину ніж того потребує інструкція [2]. Підрильник МВП-62М оснащується тільки верхня міна. Для забезпечення надійної роботи датчика цілі на великій глибині, використовують колоду або брус вертикально поставлену на датчик цілі підрильника. При проїзді техніки в місці установки міни таким способом, вага транспортного засобу передається підрильнику через колоду. Своєю чергою використання двох мін одночасно потрібно для забезпечення необхідної фугасної дії не зважаючи на більшу глибину установки. Таким чином, через мінімальний вміст металевих елементів у міні та більшого її заглиблення, досягнуто значного ускладнення їх виявлення. При використанні металодетектора під час пошуку мін із застосуванням такого способу мінування, з великою ймовірністю сапер пропустить цей сигнал. При використанні щупа можливо виявити вертикально закопану колоду, але в такому випадку темпи розмінування катастрофічно знизяться.

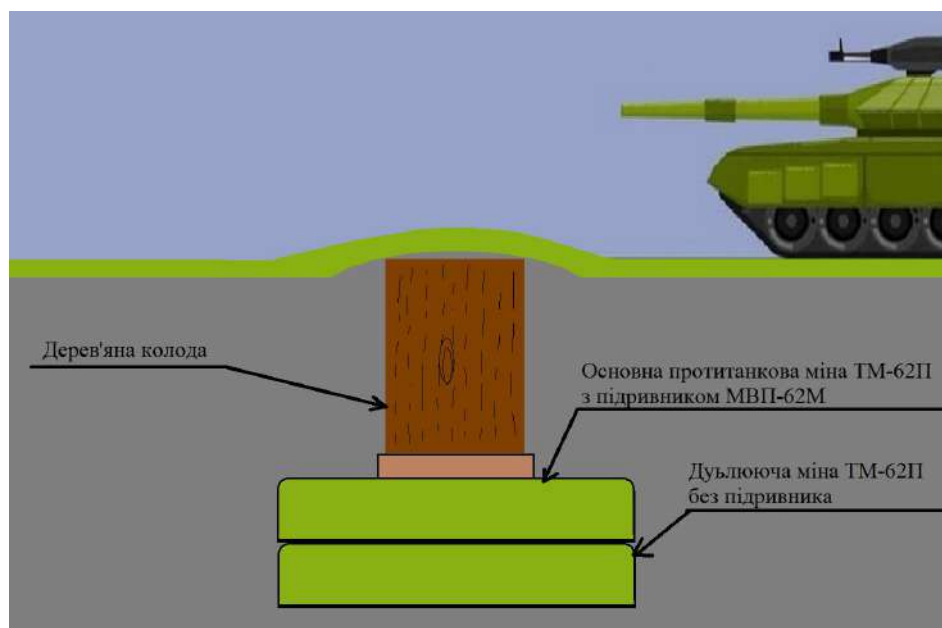


Рис. 1. Протитанкова міна в пластиковому корпусі встановлена з використанням колоди.

Для виявлення таких мін доцільно було б використовувати міно-пошукових собак. Навчений пес може виявити предмети з вмістом вибухових речовин які знаходяться під землею та на її поверхні [3, 4]. Це збільшить швидкість та якість обстеження території.



Рис. 2. Міно-пошуковий пес виявив протитанкову міну.

Але в Державній службі України з надзвичайних ситуацій на даний час погано розвинений цей спосіб виявлення ВНП. Мінна небезпека в Україні виникла за відносно короткий термін часу, але на розв'язання цієї проблеми можуть піти десятиріччя [5]. Тому необхідно вже створювати відповідні кінологічні підрозділи для пошуку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Україна стала найзамінованішою країною у світі. URL: <https://gwaramedia.com/ukraina-stala-najzaminovanishoyu-krainoyu-u-sviti/>
2. Інженерні загородження, їх улаштування та подолання. URL: https://sprotyvg7-com.ua.translate.google/lesson/vstanovlennya-inzhenernix-zagorodzhen?_x_tr_sl=uk&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc
3. Сапер і міннорозшукова собака – одне ціле, це повноцінна бойова команда! URL: <https://armyinform.com.ua/2023/02/02/saper-i-minnorozshukova-sobaka-odne-czile-cze-povnoczinna-bojova-komanda/>
4. МСМПД (IMAS) 09.41 «Операційні процедури виявлення мін собаками»/ Друге видання 01 березня 2008 р. З урахуванням поправки 3, червень 2013 р.
5. Повне розмінування України може тривати понад 10 років – ДСНС/ URL: <https://reinform.com.ua/20273/povne-rozminuvannya-ukrayiny-mozhe-tryvaty-ponad-10-rokiv-dsns/>

ВИКОРИСТАННЯ ШКІДЛИВИХ ЗВИЧОК ЯК МЕХАНІЗМІВ МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ СТУДЕНТАМИ-МЕДИКАМИ В УМОВАХ ВІЙНИ

*Гурецька С.П.,
Калайченко С.І., PhD*

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Актуальність. Протягом життя кожна людина безліч разів зіштовхується зі стресовими факторами різного виду та ступеня, це можуть бути як невдачі, неприємні думки, внутрішні суперечності, так і зовнішні подразники. До деяких мінімальних стресових ситуацій наш організм та психіка швидко адаптуються та протягом життя навіть перестають сприймати їх як подразнюючий фактор. Стрес може мати й позитивний вплив, коли він є короткочасним та мотивуючим. Але в 2022 році всі українці стикнулися з неочікуваним, великим за масштабом впливу на психіку та взагалі на життя стресовим фактором, під впливом якого люди знаходяться вже майже рік, тобто можна сказати, що він набув вже хронічного характеру. Кожен прибігає до різних звичок та методів подолання або полегшення впливу стресу, але деструктивні звички є одним з найпоширеніших з таких методів.

Мета. Визначити, який вплив мала війна на частоту використання шкідливих звичок як механізмів захисту психіки у студентів медичного університету.

Матеріали і методи. Було проведено опитування серед студентів 2 курсу Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця. Використовувалися методи описової статистики. Опитування проводилося за допомогою платформи «Google Docs», впродовж трьох діб та, відповідно до Закону України №2297–VI від 2010р. «Про захист персональних даних», було анонімним.

Результати. Серед студентів 2 курсу медичного університету було проведено опитування щодо використання ними шкідливих звичок як шляхів подолання стресу в умовах війни. Критеріями включення до групи опитаних стало інформована згода взяти участь в опитуванні, навчання на 2 курсі медичного університету, проінформованість щодо проведення опитування. Критеріями виключення стали відсутність електроенергії або стабільного інтернету під час проходження опитування, небажання студента ділитися даними про наявність поганих звичок, відсутність інформованості студента щодо проведення опитування. Всього для аналізу були доступні результати анкетування 52 студентів медичного університету в віковому діапазоні від 18 до 20 років. Серед опитаних студентів 76,9 % належали до жіночої статі, а 23,1 % - до чоловічої.

За проханням дати оцінку своєму рівню стресу від 1 до 5 на початку повномасштабного вторгнення Російської Федерації (РФ) на територію України 24 лютого 2022 року, більшість обрала варіант «4» (30,8%), 25 % опитуваних оцінили рівень стресу на максимальні 5 балів, на 3 та 2 бали – по 19,2 % опитуваних, а мінімальний рівень стресу, що відповідав рівню «1» обрала 5,8 % студентів. Після 1 року від початку війни (на момент опитування) вже 44,2 % учасників оцінили свій рівень стресу на 2 бали, другим по значенню стала оцінка в 3 бали, яку надали 25 % студентів, в 1 бал, що відповідає мінімальному значенню рівню стресу, оцінили свій стан 17,3 % опитуваних, 9,6 % обрала 4 бали, а менше ніж 4 % студентів почувають себе на максимальний рівень стресу – 5 балів. Таким чином, рівень стресу у студентів медичного університету за рік з початку війни значно знизився, в середньому з позначки

«4» до «2», причинами чого можуть бути адаптація до нових умов існування або переїзд до безпечніших територій.

До початку війни погані звички не мали 40,4 % учасників, 34,6 % палили, 26,9 % студентів мали розлади харчової поведінки, по 13,5 % опитуваних зловживали алкоголем або свідомо наносили шкоду своєму тілу. Запитавши про наявність поганих звичок на момент опитування, 57,1 % студентів заперечили їх наявність, 35,7 % палять, по 21,4% виявили розлади харчової поведінки та селфхарм, 14,3 % зловживають алкоголем. Можемо зробити висновок, що частка студентів, що не мають поганих звичок зросла. Пояснити це можна, наприклад, переоцінкою поглядів, зміни ставлення до свого здоров'я та розумінням його цінності та крихкості. Проводячи аналіз статистики частоти використання студентами поганих звичок як механізмів захисту від стресу можна визначити, що 40,4 % студентів відмічають, що частота не змінилася, 32,7 % заперечили наявність деструктивних звичок, у 13,5 % студентів зросла періодичність використання поганих звичок, 7,7 % опитуваних позбавилися, а у 5,8 % зросла й кількість самих поганих звичок. Частота використання поганих звичок у відповідь на стрес зросла тільки у невеликої частки студентів, тому можна зробити висновок, що рівень стресу, під яким знаходяться студенти під час війни не має сильний вплив на використання ними поганих звичок як механізмів боротьби з цим стресом.

Оцінюючи причини використання студентами деструктивних звичок, 36,5 % знову заперечили їх наявність, 30,8 % опитуваних вказали на використання на постійній основі, незалежно від емоційного часу в даний момент, 21,2 % звертаються до таких моделей поведінки після емоційного потрясіння (ракетного обстрілу або поганих новин), а 11,5 % використовують погані звички, коли в них нема справ і ці студенти залишаються наодинці зі своїми думками. Оцінюючи результати, можемо підтвердити минулий висновок, що стресовий чинник в учасників має невеликий вплив на зловживання алкоголем, паління та не залежить від емоційного стану в даний момент.

Згідно з результатами, нажаль 26,9 % опитуваних не бажають позбутися поганих звичок, 11,5 % студентам хотілося б їх не мати, але поки ніяких дій для досягнення цієї цілі вони не впроваджують, вирішили й змогли відмовитися від деструктивних звичок 13,5 % студентів, 11,5 % опитуваних також виявили бажання позбутися, але поки безрезультатно. Більша частина учасників (36,5 %) не має поганих звичок.

Важливо також розуміти в якому емоційному стані студенти звертаються до деструктивних моделей поведінки. За результатами опитування, шкідливі звички є єдиним методом боротьби зі стресом у менше ніж 3 % студентів. Більшість учасників (76,9 %) відповіли, що в них є інші ефективні варіанти подолання стресу. 21,2 % вказали, що є нешкідливі опції, але вони не допомагають або допомагають гірше за погані звички. Отже, прослідковується позитивна тенденція, що переважна більшість студентів мають інші методи боротьби зі стресом, які є ефективними та можуть допомогти їм заспокоїтися, не завдаючи шкоди здоров'ю.

Висновок. Як продемонструвало дане опитування, війна стала приголомшуючим викликом та потрясінням в житті кожного студента-медика. Незважаючи на це, виявилось, що більшість учасників анкетування стійко переносять вплив стресу. Про це свідчить те, що частина студентів після повномасштабного вторгнення позбавилась від деструктивних моделей поведінки, знайшла для себе та вдало використовує методи, які не завдаючи шкоди, допомагають ефективно подолати стрес.

СТРАТЕГІЇ ПІДТРИМКИ СІМЕЙ УЧАСНИКІВ БОЙОВИХ ДІЙ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ

Доценко В.В., к.псих.н., доцент

Харківський національний університет внутрішніх справ

Сьогодні в Україні все більше людей здобувають воєнний досвід. З часом, учасники бойових дій та ліквідації наслідків війни будуть переживати етапи переходу до цивільного життя, опанування навичками піклування про себе і налагодження спілкування з сім'єю. Ми вже маємо досвід повернення до мирного життя ветеранів АТО/ООС і приклади того, як «воїни йдуть з війни, а війна не йде з них» [3, С.4]. Багато сімей, члени яких пройшли через жахіття війни, не можуть повернутися до звичного життя і продовжують сприймати дійсність через «бойовий» досвід. Постає нагальна потреба в розробці стратегій психологічної підтримки сімей, члени яких брали участь в бойових діях та ліквідації наслідків війни.

Кожне повернення військового додому і з'єднання сім'ї має своєрідний і особливий характер. Проте, є певні етапи через які проходить кожна родина і знання яких може стати відправним пунктом у побудові стратегій психологічної підтримки сім'ї ветерана. Так, під час тренінгу «Розширені навички ефективної роботи з ветеранами/-ками та їхніми травмами» Джошуа Краймейер, доктор філософії, ліцензований професійний консультант, терапевт з питань шлюбу та сім'ї, схвалений Американською асоціацією сімейних психотерапевтів, виокремив етапи через які проходить родина військовослужбовця від початку служби до повернення із зони бойових дій, а саме: Етап 1: Очікування від'їзду. Етап 2: Відрив і вилучення. Етап 3: Емоційна дезорганізація. Етап 4: Відновлення та стабілізація. Етап 5: Очікування повернення. Етап 6: Звикання повернення та повторне узгодження. Етап 7: Реінтеграція та стабілізація

Джошуа Краймейер зазначає, що у підтримці воїна необхідно зосередитися на наступних цілях: 1) Послухайте їхні історії та уроки, з якими вони повертаються. 2) Зрозумійте моральну травму. 3) Розвивайте нову особистість воїна. 4) Розробляйте цілющі заходи, що шанують ідеали воїна. 5) Залучайте системну підтримку. 5) Замість того, щоб розглядати рану як посттравматичний стресовий розлад, подумайте про це як про: посттравматичний ріст і посттравматичний розвиток.

З досвіду ветеранів АТО/ООС, Veteran Hub за прикладом моделі US Department of Veteran Affairs, пропонують поглянути на життя ветерана, як сукупність важливих життєвих етапів [3, С. 27]: 1) початок служби; 2) служба; 3) перехід до цивільного життя; 4) цивільне життя; 5) вихід на пенсію та старість. На кожному, з п'яти етапів, Ветерани проживають різні процеси та виявляють різні потреби задоволення яких допоможе відновитись і знайти сили продовжити свій шлях. Автори звертають увагу на три елементи повернення ветерана: піклування про себе – що варто зробити незадовго після виходу з війни; винаходження себе нового – пошук своєї сили, продовження відновлення; вкорінення – стан прийняття важливих, усвідомлених рішень [3, С. 25].

Аналіз літератури з питань реабілітації та психологічної підтримки учасників бойових дій дав можливість виокремити наступні стратегії підтримки сімей учасників бойових дій та ліквідації наслідків війни [1, 2]:

1. Підготовка до повернення бійця додому. На жаль близькі чекають від чоловіка (батька, сина, брата) тієї ж поведінки, яка була до участі в бойових діях. Тому невідповідні (необізнані) родичі можуть реагувати на зміни в поведінці ветерана непорозумінням, відчаєм, відчуття провини тощо.

Необхідно вивчити інформацію про те, чого очікувати і як спілкуватися з рідним військовим; опанувати техніками самопомоги; дати час на відновлення довіри, спілкування, усвідомлення того, що «МИ» змінилися і вже не буде так, як до війни. Окремої підготовки до зустрічі батька потребують діти, вона включає врахування віку дитини та особливостей її психофізичного розвитку.

2. Налагодження, відновлення стосунків між подружжям. Після повернення з зони бойових дій досить часто чоловік і дружина віддаляються один від одного, бо не розуміють переживань свого партнера і не можуть спілкуватись, як раніше. За час відсутності чоловіка жінка вчиться тримати все під контролем і опановувати нові обов'язки, які не виконувала раніше. Подружжя може почати конкурувати, що також має негативні наслідки. Крім цього, можуть змінитися характер, особистісні риси людини та цінності.

Потрібно бути готовими до переоцінки та змін сімейних ролей. Потрібно вчитися обговорювати почуття та переживання, експериментувати з різними стилями спілкування, бути готовими до перерозподілу домашніх обов'язків. Важливо проводити час разом за певними спільними заняттями для того, щоб можна було обговорити питання, які турбують. Виділяти деякий час, щоб спілкуватися лише вдвох. Запросити один одного на побачення, в кіно чи організувати подібні заходи.

3. Піклування про себе. Турбота про свій фізичний та психологічний стан. Використання технік розслаблення. Щоденна фізична активність для зменшення рівня стресових гормонів в організмі. Забезпечення тривалого нічного сну. Не вживати алкоголь, як спосіб уникнення негативних ситуацій чи зниження рівня стресу.

4. Допомога ветерану в адаптації до соціальних змін і реадаптації до професії. За час, поки ветерану не було вдома, дуже багато змінилось і багато чого чоловік не знає як робити, куди йти, до кого звертатися. Показати ті зміни, які відбулись за цей час і робити це разом (оплата комунальних послуг, закупівля продуктів, відвідування державних соціальних установ і медичних закладів тощо).

Повернення бійця з війни для членів родини, окрім щастя і піднесеного настрою, одночасно несе і нові випробування, стрес. При цьому, психологи наголошують, що сім'я – це ресурс для успішної адаптації ветерана до мирного життя.

ЛІТЕРАТУРА

1. «Робота із постраждалими у війні населенням» для широкого кола фахівців. URL: www.irf.ua

2. Ми пережили. Техніки відновлення для сімей військових, цивільних та дітей: практ. посіб. Для внутрішньопереміщених осіб, демобілізованих та їхніх сімей/Психологічна кризова служба ГО «УАФНПП», Посольство Сполученого королівства Великої Британії та Північної Ірландії в Україні. [авт.-уклад. Г. Циганенко, О.Масик, О.Григор'єва та ін]. Київ, 2018. 100 с.

3. Шлях Ветерана. Візуальне зображення досвіду ветеранів АТО/ООС, Veteran Hub, за прикладом моделі US Department of Veteran Affairs. URL: <https://res2.weblium.site/res/5b9ec25f1310b400256025e7/5fad30428591970022cc53e9>

МОДЕЛІ НАПІВПРОЗОРИХ ПЕРЕПОН ЛОКАЛЬНОЇ RTLS-СИСТЕМИ РАЙОНУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

*Закора О.В., к.т.н., доцент,
Фещенко А.Б., к.т.н., доцент*

Національний університет цивільного захисту України

При подоланні аварій у висотних або складних будівлях (промислові об'єкти великої протяжності, кар'єри, шахти, місцевість зі складним рельєфом і т.д.) особливу важливість набувають відомості про наявність у районі надзвичайної ситуації пожежних, які є найближчими до критичної зони, або опинилися у пастці. Саме таку інформацію надають керівнику гасіння пожежі RTLS-системи позиціонування реального часу (від англ. Real-time Locating Systems). У наш час значна кількість мобільних технічних систем має в своєму складі системи позиціонування, які зазвичай приймають сигналів глобальної супутникової навігаційної системи GPS, але в умовах, коли прийом сигналів цієї системи ускладнено, визначення координат мобільних об'єктів можливо альтернативними методами, такими як розгортання локальної RTLS-системи, що складається зі стаціонарно розташованих маяків з відомими координатами.

В умовах щільної міської забудови значно погіршується якість прийому GPS-трекерами сигналів, що використовуються задля позиціонування рухомих об'єктів. Суттєвий вплив на робочу зону системи навігації вносять властивості перепон, що зустрічаються на шляху розповсюдження радіохвиль (РРХ). Виходячи з цього актуальною проблемою є вдосконалення методів моделювання робочої зони локальної RTLS-системи з урахуванням основних різновидів напівпрозорих перепон в умовах надзвичайної ситуації. Задля досягнення мети дослідження напівпрозорі перепони було поділено на лінійні та площадні (рис.1). До перших можуть бути віднесені напівпрозорі щодо перепускання електромагнітних хвиль (ЕМХ) будівельні стіни, огорожі та подібні до них плоскі вертикально розташовані конструкції, які мають невелику товщину, але можуть суттєво послаблювати ЕМХ у випадку їх перетинання. Площадні об'єкти-перепони можуть займати площі у десятки гектарів у межах зони надзвичайної ситуації і мати складні форми, при цьому розрізняючись у властивостях перепускання ЕМХ від майже вільного до повного їх поглинання. Для площадних об'єктів ступінь послаблення, крім властивостей середовища, суттєво залежить і від довжини перетину траси РРХ об'єктом - довжини відрізка траси з інтенсивним поглинанням ЕМХ.

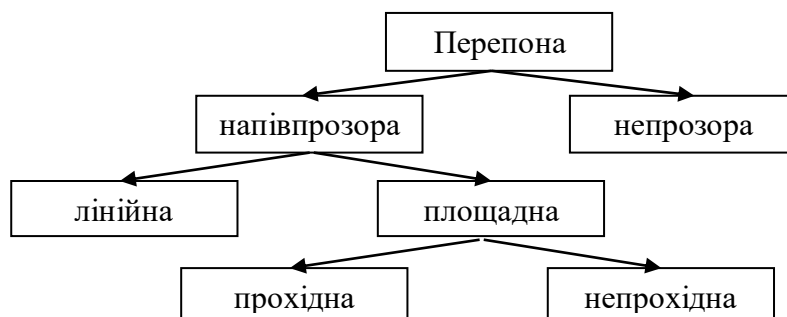


Рис. 1. Класифікація перепон РРХ моделі робочої зони RTLS-системи.

Для врахування наявних напівпрозорих перепон у програмній моделі може використовуватися енергетичний критерій, що може бути подано у вигляді:

$$K_{\Pi} \leq P_{const} - P_{MIN} - 10 \lg(D^2). \quad (1)$$

де P_{MIN} - чутливість радіонавігаційного приймача по потужності, дБ/Вт; D – відстань від маяка до рухомого об'єкту, м.

Значення параметру втрат у перепонах K_{Π} для лінійної перепони може бути задано типовим параметром втрат, дБ. Для площинної перепони K_{Π} може бути визначено як добуток:

$$K_{\Pi} = k_{npr} \cdot D_{npr}, \quad (2)$$

де D_{npr} - довжини шляху РРХ у межах перепони, м; k_{npr} - питома згасання хвиль у перепоні, дБ/м.

Перевірка практичної реалізації алгоритму здійснювалася за допомогою системи математичного моделювання. Для дослідження впливу напівпрозорих перепон на робочу зону у розрахункові зони вводилося від трьох до п'яти перепон різної форми, в тому числі досліджувався вплив на робочу зону перепон з різних матеріалів, різної форми, вплив форми перепон та їх сполучення (рис. 2, а)-в)):

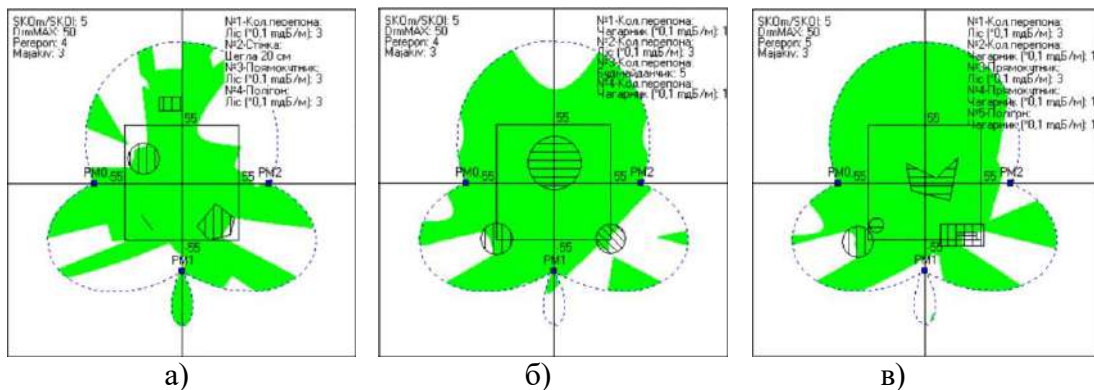


Рис. 2. Робоча зона RTLS-системи при наявності: а) 4 перепон перетину типу «коло», «стінка», «прямокутник» та «багатокутник»; б) 3 колових перепон з різних матеріалів; в) перепони складної форми.

Отримані під час дослідження результати доводять, що вплив будівельних перепон на вигляд робочої зони в умовах міста може бути важко передбачуваним, але може бути отримано за допомогою системи прогнозування. За наявності розрахунку керівник ліквідації надзвичайної ситуації може приймати обґрунтоване управлінське рішення про необхідність залучення додаткових сил або засобів. Якщо через умови траси РРХ робоча зона RTLS є незадовільною, мають бути передбачені інші методи навігаційного забезпечення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Загора О. В., Фещенко А. Б., Борисова Л. В., Михайлик В. О. Моделювання робочої зони локальної RTLS-системи району надзвичайної ситуації. Problems of Emergency Situations: Scientific Journal. X.: НУЦЗУ, 2021. № 2(34). Р. 144–153. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/14856>

АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

*Карпов А.А.¹,
Кустов М.В.¹, д.т.н., доцент,
Männig D.²*

¹Національний університет цивільного захисту України

²Männig Consulting Georg-Hermann-Allee 98, Germany

Аналіз досвіду застосування ВНП у локальних війнах і збройних конфліктах показує, що застосуванню мін притаманні такі характерні риси: замість протяжних мінних полів, зазвичай встановлюються невеликі групи мін і навіть окремі міни; мінні групи й окремі міни найчастіше ставлять безсистемно і не фіксують у документах, розповсюджується установка керованих мін; мінні поля; використовується величезна кількість мін, детонаторів і вибухових речовин кустарного та саморобного виготовлення, небезпечних у виробництві і застосуванні для самих виробників. Розмінування ВНП в таких випадках потребує знання та аналізу технічної складової вибухового приладу та хімічних властивостей вибухонебезпечних матеріалів.

Більшість держав світу займається розробкою власної зброї на основі вибухонебезпечних предметів. В наслідок цього у світі існує широке різноманіття вибухонебезпечних предметів з різними системами доставки, ініціації, вибуху. Це приводить до значних складностей при їх розмінуванні та деактивації. Звичайно, що основним осередком небезпеки вибухонебезпечних предметів є вибухонебезпечні матеріали, які складають їх основу. У таблиці 1 наведено найбільш поширені у Східній Європі вибухонебезпечні предмети, та вибухонебезпечні матеріали, які в них використовуються [1].

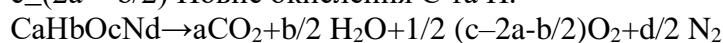
Таблиця 1. Вибухонебезпечні матеріали які використовуються у ВНП

Класифікація ВНП	Назва ВНП	Основна ВР
Протипіхотні фугасні міни	ПМН 2	100 г TG-40 (гексоген (RDX) / тротил (TNT) 60/40)
	ПФМ-1	37 г, ВС-6Д
Протипіхотні міни осколкової дії	МОН-90	6200 г (ПВВ-5А)
	ПОМ-2С	140 г. тротил
	ПОМ-3	100 г, А-ІХ-1
	ОЗМ-72	660 г (тротил)
Протитанкові фугасні міни	ТМ-62ПЗ	6 500-7500 г, тротил, морська суміш
	ПТМ-3	1 800 г, вибухова речовина ТГ-40 (гексоген (RDX) / тротил (TNT) 60/40)
Суббоеприпас	КОБЕ-ЗБ30	46 г, вибухова речовина ОМА (на основі октогену (HMX))
	9Н235	310 г К-991

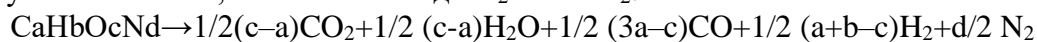
Як видно з таблиці 1 не зважаючи на суттєво різне призначення, для основного заряду використовуються бризантні вибухові речовини, які характеризуються здатністю подрібнювати під час вибуху розташовані поряд з нею матеріали (сталь, чавун, пластмаса, дерево). Найчастіше використаною вибуховою речовиною є тротил (тринітролуол) або суміші з ним.

Чутливість тротилу до детонації залежить від його стану. Пресований і порошкоподібний тротил безвідмовно детонує від капсуля-детонатора, литий же, лускатий і гранульований тротил детонує лише від проміжного детонатора із пресованого тротилу або іншої бризантної ВР. Хімічна стійкість тротилу висока; тривале нагрівання за температури до 130 °С мало змінює його вибухові властивості, він не втрачає цих властивостей і після тривалого перебуванні у воді. Він використовується як індивідуальна вибухова речовина, а також у різних вибухових сумішах (у сплавах з гексогеном, тетриллом, ТЕНОм тощо) [2]. Для всіх азотовмісних вибухових матеріалів вибух протікає по трьом основним схемам:

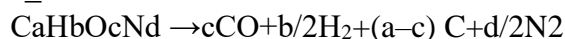
$c \geq (2a + b/2)$ Повне окислення С та Н.



$a < c < (2a + b/2)$ Кисень спочатку окислює С до СО, потім його залишок ділиться порівну між Н₂ та СО, окислюючи їх до Н₂О та СО₂.



$c \leq a$ Часткове окислення С та Н. Наявність карбону в твердій фазі.



До того ж класу азотовмісних вибухових матеріалів відносяться й гексоген, пентаеритриттетранітрат та тринітролуол.

В якості речовини, що окислюється у структурі сучасних вибухових матеріалів зустрічаються вуглеводмісні та на основі важких металів. Виходячи від хімічної структури вибухового матеріалу впливає і їх фізико-хімічні властивості. При дослідженні фізико-хімічних властивостей матеріалів їх перевіряють на вплив вогню, електромагнітного випромінювання, радіації [3] та інше. Саме фізико-хімічні характеристики матеріалів визначають їх вибухові властивості.

Відповідно для підвищення безпеки роботи рятувальників при деактивації та розчищення території від вибухонебезпечних предметів, а також розробки нових правил безпеки поводження з такими предметами необхідно встановлення, як загальних ознак вибухонебезпеки матеріалів так і особливостей їх фізико-хімічних параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ролі Еванс, Боб Седдон. Вибухонебезпечні боєприпаси: посібник. 2-ге вид. Чергнігів, 2022. 224 с.
2. Стаховський О. В., Грабовець О. Ф., Дядькін І. А. Інженерне забезпечення частин і підрозділів у бою: навчальний посібник. Харків, 2015. 336 с.
3. M.V., Kalugin, V.D., Deineka, V.V., Slepuzhnikov, E.D., Deyneka, D.M. Radioprotective cement for long-term storage of nuclear waste. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2. 2020. P. 73–81. URL: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2020-129-2-73-81>

ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ

Коваленко Р.І., к.т.н.,

Назаренко С.Ю., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

В структурі причин виїздів аварійно-рятувальних формувань значний відсоток становлять оперативні роботи пов'язані з гасінням пожеж. Збиток завданий пожежами може залежати від різних чинників, зокрема, від вибору вогнегасної речовини, якою проводилося їх гасіння. Найбільш дешевою вогнегасною речовиною є вода але залежно від способу її подавання до осередку пожежі вогнегасний ефект буде різним. Згідно [1] найкращий вогнегасний ефект при використанні води під час гасіння пожеж твердих горючих матеріалів досягається за рахунок подавання її тонкорозпилим струменем. З використанням розпиленого струменя води можна також забезпечувати гасіння пожеж біодизельного палива та його сумішей з дизельним паливом [2]. Така ефективність від гасіння пожеж з використанням розпиленого струменя води пояснюється тим, що при цьому збільшується площа одночасного рівномірного охолодження, вода швидко нагрівається і перетворюється на пару, відбираючи на себе велику кількість теплоти [3].

Подавання тонкорозпиленого струменя води на гасіння пожежі забезпечується шляхом використання пожежних насосів високого тиску, пожежних рукавів високого тиску та спеціальних приладів подачі (рис. 1).



Рис. 1. Вигляд насосної установки та спеціального обладнання для подавання тонкорозпиленого струменя води на гасіння пожежі.

Серед вказаних складових, які дозволяють забезпечити подавання тонкорозпиленого струменя води під час гасіння пожежі найменшу надійність мають

пожежні рукава високого тиску. Під час проведення оперативного розгортання та подавання вогнегасних речовин на пожежні рукава високого тиску впливають різні чинники. До них можна віднести: деформацію матеріалу, що пов'язано з процесом розмотуванням та намотуванням рукавів на рукавну котушку, а також переміщення; стирання зовнішнього шару об шорстку поверхню під час їх переміщення шляхом волочіння; вплив високої температури на матеріал в умовах гасіння пожежі; вплив на матеріал високого внутрішнього гідравлічного тиску та інші. Композитна структура матеріалу з якого виготовлені пожежні рукава високого тиску достатньо ускладнює процес діагностування їх технічного стану. В аварійно-рятувальних формуваннях враховуючи взагалі відсутність нормативних документів, які визначають процес діагностування технічного стану пожежних рукавів високого тиску порядок їх перевірки не визначений. Вказані обставини підвищують імовірність відмови в роботі пожежних рукавів високого тиску, що створює небезпеку не виконання підрозділами аварійно-рятувальних формувань завдань за призначенням.

З метою розробки методики діагностування технічного стану пожежних рукавів високого тиску попередньо необхідно дослідити поведінку матеріалу з якого вони виготовлені від впливу на нього різних чинників. Різновидів матеріалу з якого виготовляють пожежні рукава високого тиску достатньо багато. Крім цього, в середині він має армуючий шар, який становить собою плетіння з текстильних ниток або металевго дроту. З цих причин об'єм досліджень є достатньо великим.

В цій роботі проведено дослідження зміни механічних властивостей матеріалу з якого виготовлені пожежні рукава високого тиску, які мають внутрішній армуючий шар з текстильних ниток в результаті його розтягу до настання граничного стану (розриву). Діаметр рукава склав 19 мм. Дослідні зразки, які піддавалися розтягу на розривній машині були без дефектів. В подальшому планується провести аналогічне дослідження але використавши при цьому дослідні зразки з наявними дефектами, що необхідно для виявлення зміни їх механічних властивостей залежно від характеристик дефекту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лісняк А. А., Бородич П. Ю., Покідін М. В. Підвищення ефективності гасіння пожеж твердих горючих матеріалів в будівлях. Проблеми пожежної безпеки. 2013. № 34. С. 115–119. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/1063/1/strelec.pdf> (дата звернення: 13.02.2023)
2. Скоробагатько Т. М., Антонов А. В. Ефективність гасіння бінарних сумішей дизельного та біодизельного палива тонкорозпиленими водними вогнегасними речовинами. Науковий вісник УкрНДПБ. 2013. № 1(27). С. 92–99. URL: http://firesafety.at.ua/visnyk/2013_No_1-27/19_Skorobagatko.Antonov_Kopylniy.pdf (дата звернення: 13.02.2023)
3. Криворучко Є. М. Подрібнення води ударною хвилею. Запобігання надзвичайним ситуаціям та їх ліквідація : матеріали круглого столу., м. Харків, 23 лютого 2022 р. Харків, 2022. С. 167–169. URL: <https://msu.edu.ua/library/wp-content/uploads/2019/02/pryklady-oformlennja-bibliohrafichnoho-opysu-zhidno-dstu-8302.pdf> (дата звернення: 13.02.2023)

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ МАТЕРІАЛЬНИХ ЗБИТКІВ У ГОТЕЛЯХ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖ ТА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Коваль Р.Р.,
Ємельяненко С.О., к.т.н.*

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

З початком військової агресії російської федерації ризики пожеж та надзвичайних ситуацій у готелях (далі – НС) значно вирости. Є певні аспекти, які ускладнюють системи та плани протипожежної безпеки готелів. Для оцінювання ризику матеріальних збитків збитку від пошкоджень у готелях завданих пожежами та НС, зокрема у період воєнного стану, потрібен метод, який на основі усереднених значень та мінімальної кількості даних дає реальне значення матеріальних збитків. Запропоновано метод, що враховує показники вартості для відповідних груп будівель, а також дає можливість оцінювання та прогнозування матеріальних збитків та їх відшкодування внаслідок пошкоджень, завданих пожежею чи надзвичайними ситуаціями. Даний метод пропонуємо використати для оцінювання не лише будівель на певній території, але й окремої будівлі та її приміщень.

Основою методу оцінювання матеріального збитку в приміщенні будівлі є встановлення співвідношення між вартістю одного м² середньостатистичного приміщення відповідної групи та інших видів приміщень різного призначення. У випадку готелів, наприклад, один м² номеру «люкс» має в 1,5 разів більшу вартість, ніж один м² середньостатистичного номеру цього готелю.

Метод оцінювання матеріальних збитків від пожеж та НС продемонструємо на прикладі готелю в м. Києві за основними шістьма етапами:

Перший етап передбачає визначення середнього значення вартості одного м² відповідного номера (приміщення) готелю за формулою:

$$G = S_c \cdot B_o \quad (1)$$

де: S_c – середня площа готельного номера (29 м²); B_o – середня вартість номера готелю (станом на 2022 рік у м. Києві вона становила 50 240 грн. за м²).

На другому етапі необхідно обчислити "Коефіцієнт заміни" K_z – співвідношення яке дозволяє перейти від приміщення у конкретній будівлі до середньостатистичного приміщення з урахуванням відповідної групи (готелю) і розраховується за формулою:

$$K = S_{np} \cdot K_z / S_c \quad (2)$$

де: S_{np} – площа конкретного номера об'єкта, що досліджується; K_B – коефіцієнт вартості для відповідної групи, який визначається за табличними даними; S_c – середньостатистична площа номера.

Якщо приміщення в готелі мають декілька призначень (наприклад, готель над магазином та рестораном), то їх необхідно віднести до окремих підгруп та визначити коефіцієнти заміни для кожної з них.

На четвертому етапі визначають коефіцієнт пошкоджень, який визначають для «еквівалентів приміщень» – це еквівалентна кількість «середніх приміщень», які потрібно було б повністю замінити. Коефіцієнт пошкоджень для відповідної групи (готелю) визначають за формулою:

$$K = K_3 \cdot K_{зб} \quad (3)$$

Для прикладу еквівалент пошкодження номеру від пожежі при сильних збитках для 4-зіркового готелю становитиме $3,13 \times 0,75 = 2,35$ – це еквівалентна кількість для відповідної групи за умови, що величина збитку від пожежі ($K_{зб,n}$) становить 75 %.

На п'ятому етапі виконують розрахунок грошової вартості збитку приміщення (В).

$$B = K \cdot G \quad (4)$$

Якщо у готелі пошкоджені різні приміщення внаслідок НС чи пожежі, тоді загальна вартість збитку (B_3) – це сума вартостей завданих збитків усім приміщенням, яка обчислюється за формулою:

$$B_3 = \sum B_{1,i} + \sum B_{2,j} + \sum B_{3,n} \quad (5)$$

де: $B_{1,i}$ – вартість пошкодження i -го приміщення номеру готелю; $B_{2,j}$ – вартість пошкодження j -го приміщення холу готелю; $B_{3,n}$ – вартість пошкодження n -го приміщення готелю.

За допомогою даного метода можна оцінити ймовірні матеріальні збитки від пожеж та НС, що дозволить використати їх у наглядово-профілактичній діяльності та страховій галузі. Для обчислення ризиків матеріальних збитків можна розглянути типові сценарії виникнення пожеж чи НС, виконати моделювання процесів їх розвитку та ліквідації, на основі яких обчислити вартість завданих матеріальних збитків, яка і буде ризиком матеріальних збитків для даного готелю. А ризик матеріальних збитків від пожеж чи НС $R_{зб}$. (грн./ пож. · рік) можна обчислити за формулою:

$$R_{зб} = P_i \cdot B_i \quad (6)$$

де: P_i – ймовірність виникнення i -го сценарію; B_i – завдані збитки;

Отже, даний метод може бути застосований для оцінювання вже існуючих пошкоджень чи пожеж. Проте для мінімізації ризиків матеріальних збитків від пожеж важливим є виконання протипожежних заходів, підтримання в справності вже встановлених систем виявлення та гасіння пожеж.

ЛІТЕРАТУРА

1. Втрати економіки України. URL: <https://kse.ua/.../za-ostannimi-obrahunkami-zagalna-suma.../>
2. Ємельяненко С. О., Щербина О. М. Страхування, як метод управління майновими ризиками. Збірник наукових праць, Вісник ЛДУ БЖД: 2017. № 15. С. 147–152. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3909/1/15-19.pdf>
3. Страхування від вогневих ризиків та ризиків стихійних явищ. URL: <http://insins.net/insurance-services/114-strahuvannya-vd-vognevih-rizikv-ta-rizikv-stihyinh-yavisch.html>

МОДЕЛЬ РУХУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В ЗОНІ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

Ковальов О.О., к.т.н., доцент,

Неклонський І.М., к.військ.н.

Національний університет цивільного захисту України

Аналіз існуючих реалій сучасної військово-політичної та соціально-економічної обстановки в Україні свідчить про зростаючу роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у сфері оперативної діяльності сил цивільного захисту. При цьому потребує вирішення проблема щодо опису процесу керування БПЛА в системі автоматизованого управління оперативними діями підрозділів цивільного захисту.

Враховуючи досвід застосування БПЛА під час ліквідації НС рух повітряного об'єкту може відбуватися рівномірно (рівно прискорено) та прямолінійно, або з виконанням усіх видів маневру. При цьому необхідно розглядати положення БПЛА у географічній системі координат. Виходячи з базових наукових положень у сфері застосування повітряних сил [1,2], моделювання дронів [3], з урахуванням ідей щодо опису кінематики руху БПЛА [4] розроблена модель руху повітряного об'єкту (ПО). Схема відповідного алгоритму моделі представлена на рис.1.

Для опису руху повітряного об'єкту використовуються такі показники:

$f(t)$ – координата (довгота) ПО в момент часу t (географічна система координат);

$l(t)$ – координата (широта) ПО в момент часу t (географічна система координат);

$h(t)$ – висота ПО в момент часу t (м);

F – довгота точки призначення ПО (географічна система координат);

L – широта точки призначення ПО (географічна система координат);

H – висота точки призначення ПО, м;

$v(h)$ – швидкість ПО – функція висоти, м/с;

$D_{\text{такт}}$ – тактичний радіус дії ПО, м;

$H_{\text{min}}, H_{\text{max}}$ – мінімальна та максимальна висота польоту ПО, м.

D – дальність по поверхні Землі між положенням ПО в даний час до точки призначення.

$d(t)$ – запас ходу для даного ПО (м).

r – значення радіуса Землі в точці з географічними координатами f^0, l^0 .

Δt – часовий такт моделювання руху ПО.

Значення констант k_1, k_2, k_3 повинні забезпечувати логічний висновок про досягнення ПО точки призначення та відповідати відповідному рівню передачі даних про обстановку.

Робота моделі може проходити декілька циклів з відтворенням руху ПО з урахуванням усіх видів маневру.

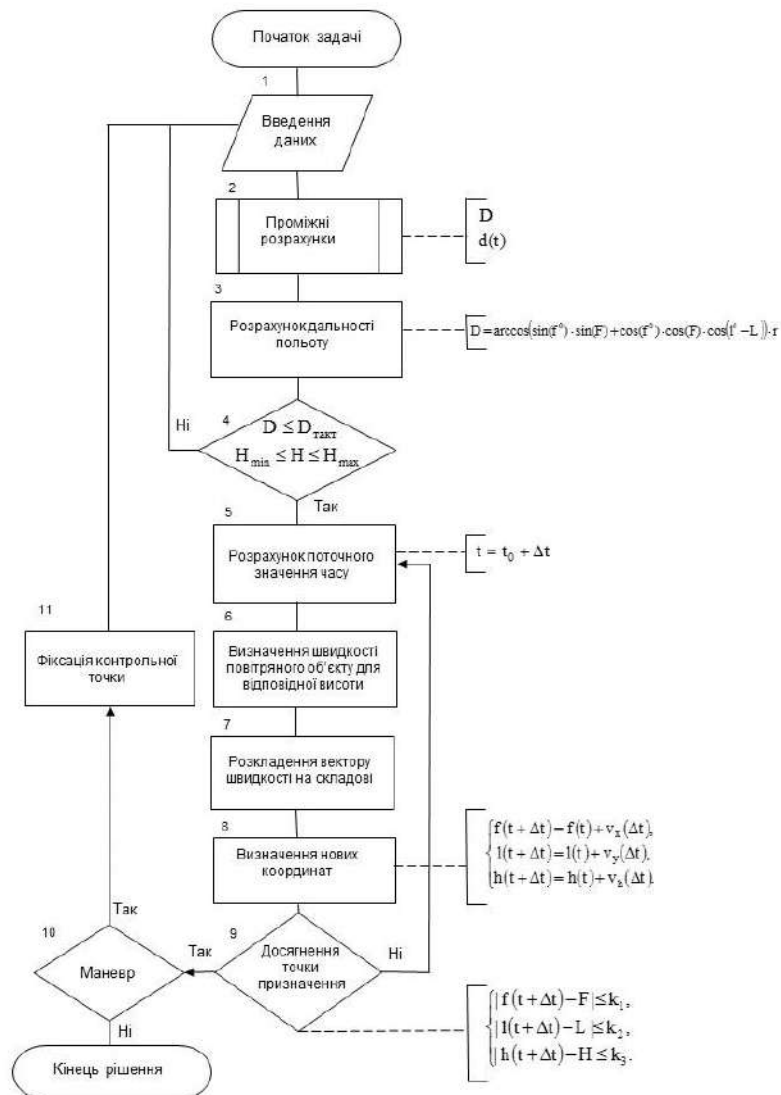


Рис. 1. Блок-схема моделі руху повітряного об'єкту.

Запропонований підхід дає можливість на основі застосування сучасних методів моделювання удосконалити управління оперативними діями рятувальних формувань за рахунок інтегрування розробленої моделі в систему автоматизованого управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / Ткаченко В. І. та інш. ; за ред. В. І. Ткаченка, Є. Б. Смірнова. Харків, 2008. 545 с.
2. John W. C. Robinson. A Generic Model of Aircraft Dynamics. FOI Swedish Defence Research Agency. 2012. 50 p. URL: <https://www.foi.se/rest-api/report/FOI-R--3185--SE>
3. Drone Simulation. Simulate drone algorithms in a virtual environment : веб-сайт. URL: <https://www.mathworks.com/discovery/drone-simulation.html>
4. Krzysztofik Izabela, Koruba Zbigniew. Mathematical Model of Movement of the Observation and Tracking Head of an Unmanned Aerial Vehicle Performing Ground Target Search and Tracking. Journal of Applied Mathematics. 2014. Vol. 2014. 11 p. URL: <https://doi.org/10.1155/2014/934250>

ВОГНЕГАСНІ РЕЧОВИНИ НА ОСНОВІ ГІДРОКСИДУ АЛЮМІНІЮ

*Кодрик А.І., к.т.н.,
Стилик І.Г.,
Борисов А.В., к.держ.упр.,
Тітенко О.М., к.т.н.,
Мороз О.І.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

У роботі представлено спосіб створення гелевої вогнегасної речовини на основі гідроксиду алюмінію із використанням карбонату калію. Показані переваги запропонованого способу в порівнянні із добре відомим способом створення гелевої вогнегасної речовини на основі гідроксиду алюмінію із використанням карбонату натрію. Представлені результати експериментального дослідження ефективності гелевих вогнегасних речовин на основі гідроксиду алюмінію.

Відомо, що інтегрованим напрямком підвищення вогнегасної здатності води можна вважати підвищення коефіцієнту активного використання води за рахунок зниження поверхневого натягу розчину, підвищення змочувальної здатності та в'язкості води, отримання оптимальної дисперсності краплин [1, 2], введення до вогнегасного розчину інгібуючих додатків. Інгібування можливо реалізувати, додаючи у розчин неорганічні добавки: солі амонію, кремній, магній, бор, залізо, цинк, мідь, та інше [1, 3]. Солі алюмінію відносяться до лідерів по застосуванню в промислових масштабах для виробництва антипіренів - речовин, що пригнічують горіння [4, 5]. Таким чином, використовуючи модифіковані водні розчини разом з додаванням солей, наприклад алюмінію, з'являється можливість поєднати в одній технологічній операції гасіння одразу три способи гасіння: охолодження, ізоляцію і інгібування, що має, за інших рівних умов, привести до зниження витрати вогнегасної речовини. Відомий спосіб отримання гідрогелю на основі гідроксиду алюмінію з використанням карбонату натрію [5]. Також відомо [1, 2], що застосування в якості компонента до вогнегасної речовини солей калію (наприклад, карбонату калію) ефективніше ніж застосування солей натрію (напр. бікарбонату натрію - соди).

Метою даної роботи є обґрунтування нового способу створення гелевої вогнегасної речовини на основі гідроксиду алюмінію із використанням карбонату калію та доведення його переваг порівняно із відомим методом при використанні карбонату натрію. Кількісна оцінка прекурсорів для отримання необхідної кількості гідроксиду алюмінію (у ході експерименту в обох випадках була прийнята $35 \cdot 10^{-3}$ кг на 10 кг готового розчину) провадилась згідно розрахунків викладених у [5] приймаючи за основу технічний гідросульфат алюмінію ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) до концентрації алюмогелю у розчині на рівні 0,35 %. Враховуючи обмежену тривалість активного періоду алюмогелю, приготування водної вогнегасної речовини здійснювалося безпосередньо перед його застосуванням. Вимірювання витрат вогнегасної речовини, враховуючи в'язкість компонентів, проводили до початку та після закінчення експерименту. Час втрати каламутності розчину визначали часом утворення на поверхні розчину шару прозорої води висотою до 5 мм. При застосуванні карбонату натрію такий час склав 60 хв., а карбонату калію 100 хв., що додатково вказує на пріоритетності способу отримання алюмогелю, що пропонується.

Умови та склад вогнегасних речовин при проведенні експериментів по гасінню тонко розпилим струменем модельних вогнищ [2] надано у таблиці 1. В якості еталона для порівняння брали розчин води з додаванням 0,2 % піноутворювача AFFF.

Таблиця 1. Експериментів по гасінню тонко розпилим струменем

№ складу композиції	Склад водної вогнегасної речовини	Час гасіння,с	Відносна ефективність гасіння
1	Сульфат алюмінію 0,77 %, поташ 0,71 %, ПУ AFFF 0,2 %, залишок - вода	109	1,7
2	Сульфат алюмінію 0,77 %, кальцинована сода 0,93 %, ПУ AFFF 0,2 %, залишок - вода	142	1,45
3	ПУ AFFF 0,2 %, залишок - вода	181	1

Застосування поташу для утворення алюмогелю більш ефективно ніж з застосуванням соди. Окрім цього зазначимо утворення захисної плівки оксиду алюмінію (А) на поверхні вогнищ погашених алюмогелем, та її відсутність при гасінні водою (В).

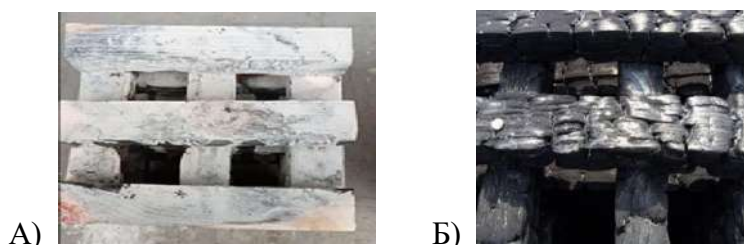


Рис. 1. Утворення захисної плівки та її відсутність.

Раніше у [6] було доведено підвищення вогнегасної ефективності ВВР у складі якого знаходилися рідке скло та поташ у рівних пропорціях. Проведені порівняльні випробування двох ВВР: на основі алюмогелю та на основі скло – поташ. Нижче наведені оброблені результати експериментів по гасінню модельних вогнищ 1А та 2А з використанням вогнегасників ВВ-9(3)-Б, що заряджаються вогнегасними речовинами різного складу згідно таблиці 2.

Таблиця 2. Склад вогнегасних речовин

№ складу	Витрата, кг	Вода, %	ПАВ, %	Рідке скло (натрієве), %	Поташ, %	Сульфат алюм., %	Мод. вогнище	Час ліквідації погум'я.с умовні	витрати на ліквідацію,	Ефективність гасіння, %
1	6,570	99,8	0,2	0	0,00	0,00	1А	57	13,080	1,00
2	9,040	98,3	0,2	0	0,71	0,77	2А	12	9,040	6,87
3	8,555	79,0	0,2	10	10,00	0,00	2А	23	8,555	3,79
4	8,580	94,0	6,0	0	0,00	0,00	2А	120	Н/3	Н/3

Проведені дослідження вказують на перспективність застосування запропонованого методу створення водної вогнегасної речовини на основі алюмогелю, зокрема:

1) використання поташу при отриманні алюмогелю (гідроксиду алюмінію) в порівнянні з застосуванням кальцинованої соди збільшує показник відносної вогнегасної ефективності приблизно на 35 % при гасінні твердих горючих матеріалів речовини, що пов'язано із підсиленням ефекту інгібування;

2) гідроксид алюмінію в процесі гасіння твердих горючих матеріалів розкладається з утворенням на поверхні матеріалу шару, що складається з твердого оксиду та води що, в свою чергу призводить до реалізації вогнегасного/вогнезахисного ізолюючого ефекту;

3) застосування гідросульфату алюмінію з використанням поташу збільшило відносну вогнегасну ефективність більш ніж у 6 разів;

4) використання поташу дозволяє значно подовжити час збереження гелевої структури вогнегасної речовини, що подовжує час її застосування для гасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сізіков О. О. Вплив цільових добавок до води на ефективність гасіння пожеж твердих речовин. Науковий вісник Нац. лісотехн. ун-ту України. Львів. 2017. Т. 26, № 8. С. 293–303.

2. Жартовський С. В., Ніжник В. В., Сізіков О. О., Балло Я. В., Бенедюк В. С. Дослідження ефективності тонкорозпиленої водної вогнегасної речовини з цільовими добавками. Міжнародна науково-практична конференція «Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації». Львів. 2016. С. 158–162.

3. Лангселиус; Бритт Анн-Кристин, Клаффмо; Фредди Кай, Огнезащитное средство и средство для тушения пожаров твердых материалов, пат. US 9 586 070 США, МПК А62D 1/00 (20060101); С09D 5/18 (20060101); С09К 21/12 (20060101); С09К 21/10 (20060101); С08L 27/12 (20060101); С09К 21/04 (20060101), заявл. 22.06.2015, опубл. 7.03.2017.

4. Sut A., Greiser S., Jager C., Schartel B. Aluminium diethylphosphinate versus ammonium polyphosphate: A comprehensive comparison of the chemical interactions during pyrolysis in flame-retarded polyolefine/poly(phenylene oxide). *Thermochimica Acta*. Vol. 640. P. 74–84. DOI: 10.1016/j.tca.2016.08.004.

5. Ивченко О. А., Панкин К. Е. Испытания огнетушащей способности гидрогеля алюминия при тушении модельных природных низовых пожаров. *Лесотехнический журнал*. 2020. Т. 35. № 1. С. 38–50. DOI: 10.12737/article_5c92016e1314b2.49705560

6. Кодрик А., Коваленко В., Тітенко О., Борисов А. та ін. Шляхи підвищення ефективності водних вогнегасних речовин на основі рідкого скла. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. № 1 (13). 2022. С. 24–34. URL: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.1.24-34>

ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ В ЗАВАЛАХ ЗРУЙНОВАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Коломієць В.С.

Національний університет цивільного захисту України

Проблема аварій споруд та будівель – одна з найгостріших, враховуючи сучасні реалії в Україні. Цей тип аварій, як правило, виникає зазвичай не сам по собі, а ініціюється яким-небудь побічним фактором. Наприклад, велике скупчення людей, активна виробнича діяльність, неякісні будівельні матеріали, порушення будівельних норм, вибух побутового газу та бойові дії. В результаті ці надзвичайні ситуації непередбачувані, важко передбачувані та супроводжуються великими людськими жертвами.

Ліквідація надзвичайних ситуацій, пов'язаних з руйнуваннями будівель та споруд, є складним процесом, що включає організаційні та технічні питання. Руйнування будівель та споруд супроводжується блокуванням людей у завалах, підвалах та на верхніх поверхах та їх ураженням. Кількість безповоротних втрат у момент руйнування будівель та споруд в середньому може становити близько 10–20 % від загальної кількості постраждалих.

Руйнування будівель та споруд супроводжується пошкодженням електричних, теплових, газових, сантехнічних та інших систем. Це створює загрозу загазованості, виникнення пожеж, вибухів, затоплень, уражень електричним струмом. Особливо небезпечні завали промислових споруд, у яких виробляються або зберігаються небезпечні речовини. Великі осередки пожеж, крім нанесення великого матеріального збитку, викликають задимлення значної території зони ураження, збільшуючи екстремальні умови знаходження у них людей.

Велика кількість загиблих протягом двох діб з початку НС знаходиться у верхніх шарах завалу. Починаючи з 3–4 діб з початку обвалення будівлі люди, які знаходяться під завалами, починають гинути від переохолодження, спраги, синдрому стиснутих тканин та інших причин. В результаті після 7–10 днів шанси виявити живу людину в завалі наближаються до нуля. При обвалі будівель та споруд, за наявності постраждалих пошукові роботи повинні починатися негайно та проводитися безперервно, за будь-яких погодних умов та у будь-який час доби, забезпечивши порятунок постраждалих з урахуванням термінів їх виживання.

При проведенні пошукових робіт на зруйнованих будинках основним завданням є доставка потерпілого до пункту надання медичної допомоги, де зазвичай вже готові до роботи медики-професіонали. Проте рятувальник повинен вміти надати першу домедичну допомогу, основною метою якої є порятунок життя ураженого, усунення впливу вражаючого фактору, що діє, і підготовка постраждалого до евакуації із зони ураження (Якщо постраждалий перебуває у вкрай тяжкому, несвідомому стані, насамперед необхідно відновити прохідність дихальних шляхів, очистити ротову порожнину від землі, піску, будівельного сміття та почати робити штучне дихання та непрямий масаж серця. Тільки за наявності у постраждалого самостійного дихання та пульсу можна займатися іншими його ушкодженнями) [2].

Вибір способу та засобів евакуації постраждалих залежить від просторового місцезнаходження заблокованого, способу забезпечення доступу до постраждалого, виду та характеру поранення, фізичного та морального стану постраждалого, ступеня зовнішньої загрози для постраждалих та рятувальників, набору засобів та кількості рятувальників для проведення евакуації, рівня професіоналізму рятувальників

У практиці рятування постраждалих при обваленні будівель використовуються наступні рятувальні технології: пошук постраждалих за допомогою спеціально навчених собак (кінологічний спосіб); пошук постраждалих за допомогою спеціальних приладів; деблокування постраждалих із завалу, що складається із дрібних та великих уламків, способом розбирання завалу зверху; деблокування постраждалих із завалу способом суцільного горизонтального розбирання; деблокування постраждалих способом улаштування лазу у завалі; деблокування постраждалих із завалених приміщень; деблокування постраждалих з верхніх поверхів будівлі з використанням вертольотів, авто драбин, за допомогою автовишок та автопідйомників, по збереженим або тимчасово відновленим сходовим маршам, з використанням канатної дороги, із застосуванням рятувального рукава та з використанням альпіністських засобів [1].

Враховуючи вищевикладене можна сказати, що успішному проведенню аварійно-рятувальних робіт у завалах зруйнованих будівель сприяють високий ступінь підготовленості рятувальників, наявність необхідних засобів для порятунку, вірно застосовані способи та прийоми проведення рятувальних робіт. Порятунок людей, які опинилися під завалами, також залежить від оперативної роботи органів управління та від взаємодії між органами управління сил, що залучаються до робіт у зоні надзвичайної ситуації, різними аварійними, пошуково-рятувальними формуваннями та службами забезпечення. У разі виникнення НС пов'язаної з руйнуванням будівель та споруд для проведення аварійно-рятувальних робіт у завалах потрібна велика кількість підготовленого особового складу.

Як правило, це особовий склад підрозділів, прилеглий до місця виникнення НС, що має типовий набір спеціального інструменту. Не залишає сумнівів те, що успіх аварійно-рятувальних робіт у завалах зруйнованих будинках та спорудах безпосередньо залежить, як і від першочергових, так і від подальших дій рятувальників, від їхніх навичок, від злагодженості їх дій, від високої виучки та психологічної стійкості. Виходячи з цього, а також враховуючи сучасний розвиток технологій не піддається сумніву важливість вивчення питання розробки методики, алгоритмів роботи для членів рятувальних формувань під час проведення аварійно-рятувальних робіт у завалах зруйнованих будинках та спорудах із залученням спеціальних технічних засобів, таких як квадрокоптери, тепловізори, геофони, мегафони та іншого роботизованого обладнання, які можуть значно скоротити час пошуку постраждалих та забезпечити безпеку самих рятувальників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340.

2. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т. 9. Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи. За загальною редакцією О. М. Євдіна. К. С. 252–287.

ЩО ДО НЕОБХІДНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ДСНС

Коханенко В.Б., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Ліквідація надзвичайних ситуацій досягається глибокими знаннями працівників підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України по порядку застосування техніки, її тактико-технічних характеристик та можливостях використання в різноманітних умовах під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Час проходження основного пожежного автомобіля до місця виклику займає до 20 % від усього часу його зайнятості і має бути мінімальним [1]. Важливим в цих обставинах є швидкісні та маневрові характеристики основного пожежного автомобіля, а також облік дорожніх умов його експлуатації. В даний час основні пожежні автомобілі мають великі габарити і масу. Це обмежує їх можливості в ряді сучасних міських умов стосовно реалізації своїх динамічних характеристик.

Згідно з офіційними даними, зі штатної потреби у 10288 одиниць техніки для Державної служби України з надзвичайних ситуацій є лише 9709 одиниць. До того ж 80% техніки вже морально застарілої та потребує списання.

Тому, досягнення високої оперативної готовності оперативно-рятувальної служби підрозділів ДСНС без сучасної аварійно-рятувальної техніки не можливе. Слід застосовувати автомобілі малої вантажопідйомності для створення пожежних автомобілів першої допомоги. Ефективність їх обумовлена тим, що в міських умовах вони можуть прибувати на пожежі значно швидше, а по експлуатаційним витратам економічніше.

Останнім часом, у зв'язку з високими темпами будівництва, стрімко розростаються та оновлюються міста, щорічно збільшується кількість автомобілів на дорогах, що, у свою чергу, призводить до збільшення інтенсивності руху транспорту. В результаті збільшується час прямування пожежно-рятувальних підрозділів на виклик, загострюється проблема визначення місць дислокації пожежно-рятувальних підрозділів та кількості таких підрозділів. Порядок та принципи розміщення пожежно-рятувальних частин у населених пунктах України регулює ДБН [1, додаток 3.1, табл. 3]. Відповідно до [2] критеріями, за якими утворюються державні пожежно-рятувальні підрозділи (частини) оперативно-рятувальної служби цивільного захисту в адміністративно-територіальних одиницях, є: 1) кількість жителів населеного пункту;

2) радіус обслуговування одним державним пожежно-рятувальним підрозділом (частиною). Дорогами загального користування радіус обслуговування не перевищує 3 км;

3) нормативи прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику. Проте, нормативи не враховують особливості розташування поселень. Слід окремо відзначити небезпеки, що виникають у морських, річкових та прибережних регіонах нашої держави. У прибережних зонах мешкають сотні тисяч людей, розміщені житлові будівлі та об'єкти інфраструктури, організовані місця стоянки та зберігання водного транспорту. Ліквідація надзвичайних ситуацій та їх наслідків, зумовлених виникненням техногенних аварій, катастроф, пожеж тощо. з урахуванням вимог охорони довкілля потребує використання спеціалізованих водних транспортних засобів.

Встановлено, що площа України 603,7 тис. км², середня по Україні лісистість становить 15, 9 %, а всі ліси становлять 10,8 млн га [2]. Розподіл відношення площ

областей України, лісів, водної поверхні, кількості населення, її щільності наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Відношення площ областей України, лісів, водної поверхні, населення

Адміністративна область України	Площа області км ²	Населення, чол.	Щільність чол/км ²	Площа ліса, га	Площа поверхні води (довжина, км)
Вінницька	26513	1616511	61, 07	3000	23048 км ²
Волинська	20144	1041316		6546, 8	3300
Дніпропетровська	31974	3285626	102, 76	15 тис.	53669,8 км ²
Житомирська	29832	1250401	41, 92	7000	
Закарпатська	12777	1259068	98, 54	595 тис.	
Івано-Франківська	13928	1381798	99, 21	600 тис.	
Київська	28131	1722875	62, 24	16496	291400 км ²
Кіровоградська	24588	980600	40, 32	179, 1 тис.	
Львівська	21833	2537471	116, 22	5676, 58	3300 га
Миколаївська	24598	1164878	47, 6	70 тис.	
Одеська	33310	2395358	71, 91	1998,6	
Полтавська	28748	1462412	50, 87	274,6 тис.	1488 км ²
Рівненська	20047	1159259	57,5	804,5 тис.	11,2 тис. га
Сумська	23834	1123400	47, 7	1954,8 тис.	10948 га
Тернопільська	13823	1074923	77, 76	192,4 тис.	3579 га
Харківська	31415	2738384	87, 16	318 тис.	3460 км ² (6, 4)
Хмельницька	20645	1309687	63, 57	279,3 тис.	
Черкаська	20900	1250925	60, 45	3096,75	
Черніговська	31911	1054626	33, 25	740 тис.	8500
Черновецька	8097	910035	112, 14	258 тис.	

Тому скоротити час прибуття до місця виклику можливо за рахунок більш ретельної комплектації пожежно-рятувальних частин технікою. Насьогодні склад пожежної і аварійно-рятувальної техніки в гарнізонах ДСНС як по кількості так і по видам призначається на підставі чисельності населення, що не пов'язано з умовами слідування. Тому, спираючись на отримані результати досліджень, пропонується комплектувати пожежно-рятувальні частини пожежної та аварійно-рятувальної техніки не тільки на підставі нормативних документів, але також з урахуванням певних особливостей розташування пожежних гарнізонів, їх доріг, характеру місцевості (ліси, полісся, гори, болота), наявності водойм.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН 360-92 **«Містобудування. Планування, забудова міських та сільських поселень».
2. Коханенко В. Б., Беляєв В. Ю. Принцип комплектації підрозділів пожежно-рятувальних частин в населених пунктах України з урахуванням умов експлуатації. Сб. науч. трудов «Проблеми пожарной безопасности». Х.: НУЦЗУ, 2017. Вип 41. С. 98–103.

ЗАСТОСУВАННЯ УСТАНОВКИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИМИ ВОДЯНИМИ СТРУМЕНЯМИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Криворучко Є.М.,
Дубінін Д.П., к.т.н., доцент
Національний університет цивільного захисту України*

Сучасний рівень розвитку суспільства вимагає постійного та невпинного розвитку систем, засобів та принципів протипожежного захисту. В залежності від умов виникнення горіння, матеріалів та речовин, що охоплені полум'ям, місця виникнення пожежі та інших факторів можуть бути застосовані різноманітні засоби та способи гасіння. Однак питання збереження життя та здоров'я рятувальників залишається основним.

З початку повномасштабної війни протягом 2022 року під час виконання завдань за призначенням загинуло понад 50 рятувальників. Кількість травмованих рятувальників обчислюється сотнями [1]. При цьому слід зауважити, що виконання бойових завдань в умовах бойових дій суттєво відрізняються із впливом багатьох факторів. На початку повномасштабного вторгнення кількість виїздів не рахували вже й самі рятувальники. Змінювалися адреси, особовий склад перенаправлявся з місця на місце, масштабні руйнування супроводжувалися пожежами, в той час як і без того складна обстановка ускладнювалась постійною загрозою повторних обстрілів (Рис.1). Таким чином однією з основних причин травмування та загибелі рятувальників стала загроза ураження внаслідок ракетно-артилерійських обстрілів [2].



Рис. 1. Наслідки ракетно-артилерійських обстрілів України.

Та не зважаючи ні на що першочерговим завданням було та залишається рятування людей. При цьому виконання пошуково-рятувальних робіт без залучення людини важко уявити, в той час як проведення робіт з гасіння пожеж без перебування рятувальника у небезпечній зоні чи з обмеженим часом таких робіт є реальним. Особливо це актуальним стає під час ліквідації наслідків ракетних обстрілів об'єктів життєзабезпечення, критичної інфраструктури та промисловості (рис. 2.). В таких умовах загроза повторного обстрілу, тобто масованого, надзвичайно висока. І це навіть без урахування інших факторів безпеки, що характерні для промислових об'єктів. Вирішується зазначена проблема шляхом застосування установок пожежогасіння, в тому числі пересувних.

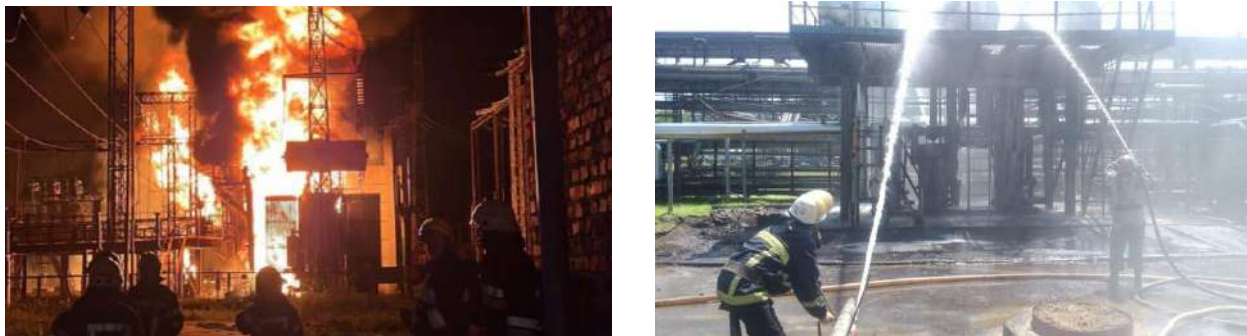


Рис. 2. Наслідки ракетних обстрілів об'єктів промисловості.

Основними вимогами до таких технічних засобів має бути їх мобільність, здатність працювати без оператора після запуску або дистанційний запуск, достатній час автономної роботи та ефективність щодо гасіння.

Представлена у роботі [3] установка пожежогасіння періодично-імпульсної дії здатна забезпечити виконання відповідних вимог. Проведені експериментальні дослідження із застосування установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії з подачею водяного аерозолю за допомогою установки показали, що довжина розповсюдження струменя водяного аерозолю склала 34 м, а висота – 2,1 м [4]. Окрім цього установка дозволяє проводити подавання аерозолю за рахунок застосування трубопроводів чи рукавів, а також у тунелях складної конфігурації з використанням існуючих комунікацій таких як вентиляційні канали, сходові клітини та інше [4–6].

Таким чином питання можливості застосування установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії для виконання завдань в умовах воєнних дій є доцільним та актуальним.

ЛІТЕРАТУРА

1. URL: <https://www.dsnews.ua/ukr/politics/z-pochatku-masshtabnoji-viyini-zaginulo-ponad-50-ryatuvanikiv-dsns-01012023-472006>
2. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/novyny-pryazovya-zaporizhzhya-obstrily-rosiyi-ryativnyky/32203017.html>
3. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилимим водяним струменем. Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53.
4. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження водяного аерозолю, що створюється установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії. Проблеми пожежної безпеки. 2020. № 47. С. 29–34.
5. Дубінін Д. П. та ін. Експериментальне дослідження подавання водяного аерозолю через трубопровід складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2020. № 48. С. 45–52.
6. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Криворучко Є. М., Думчікова Д. М. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водяним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації. Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 54–61.

**ВПЛИВ ГУСТИНИ ЗАДИМЛЕННЯ НА ПАРАМЕТРИ
АКУСТИЧНОГО ПРИСТРОЮ СПОРЯДЖЕННЯ РЯТУВАЛЬНИКА***Левтеров О.А., д.т.н., с.н.с.,**Стативка Є.С.**Національний університет цивільного захисту України*

У роботах [1, 2] пропонується використання рятувальниками акустичного пристрою як додаткового засобу орієнтування у просторі з незадовільним візуальним контролем під час виконання оперативних завдань.

Акустичний імпеданс або комплексний акустичний опір середовища за своєю суттю характеризує опір, який середовище чинить на поверхню, що коливається. Являє собою відношення комплексних амплітуд звукового тиску до коливальної об'ємної швидкості частинок середовища, яку обчислюють як добуток, усередненої по площі швидкості коливань частинок середовища і площі, для якої визначається акустичний імпеданс. У загальному випадку, акустичний імпеданс визначається згідно формули (1):

$$Z_{\alpha} = R_{\alpha} + iX_{\alpha}, \quad (1)$$

де i – уявна одиниця; R_{α} – дійсна частина, так званий активний акустичний опір, визначається дисипацією енергії в найакустичнішій системі і втратами на випромінювання звуку. Уявна частина – X_{α} , так званий реактивний акустичний опір, є наслідком наявності в акустичній системі сил пружності або інерції мас. Тому реактивний опір буває пружним або інерційним. Одиницею вимірювання акустичного імпедансу в системі SI є $1 \text{ Па} \cdot \text{с} / \text{м}^3$.

Для кожного окремого досліджуваного середовища скляної колби необхідно встановити коефіцієнти оптичної проникності середовища. Для визначення оптичних коефіцієнтів використовуємо закон збереження енергії, який запишемо у вигляді формули (2):

$$I = I_R + I_{\alpha} + I_T, \quad (2)$$

де I – інтенсивність світлового пучка, що потрапляє у задимлене (запорошене) середовище; I_R – інтенсивність відбитого від об'єму задимленого (запорошеного) середовища світлового пучка; I_T – інтенсивність тієї частини світлового пучка, яка пройшла через задимлене (запорошене) середовище; I_{α} – інтенсивність частини світлового пучка, що була поглинута.

Величина хвильового опору визначається відношенням амплітуди тиску до амплітуди швидкості руху частинок середовища в напрямку, перпендикулярному фронту хвилі і має вигляд згідно формули (3):

$$|Z| = \rho c. \quad (3)$$

З метою проведення експериментальних досліджень визначення впливу хвильового імпедансу середовища на поширення акустичних хвиль та розрахунку коригуючого коефіцієнту для врахування хвильового опору середовища в якому поширюється акустична хвиля було спроектовано та виготовлено дослідну установку (рис. 1). З її допомогою проведено експеримент, що складалась з таких компонентів: 1 – блок акустичних датчиків; 2 – датчик оптичної проникності середовища;

3 – акустичні хвилі; 4 – скляна колба довжиною 1 м та внутрішнім діаметром 0,09 м; 5 – нагрівальний елемент; 6 – термопара; 7 – матеріал, що виступав зразком перешкоди; 8 – польовий транзистор; 9 – резистор з регульованим опором, 10 кОм; 10 – вимикач; блок живлення (БЖ); блок управління (БУ), блок управління рівнем задимленням (БУЗ).

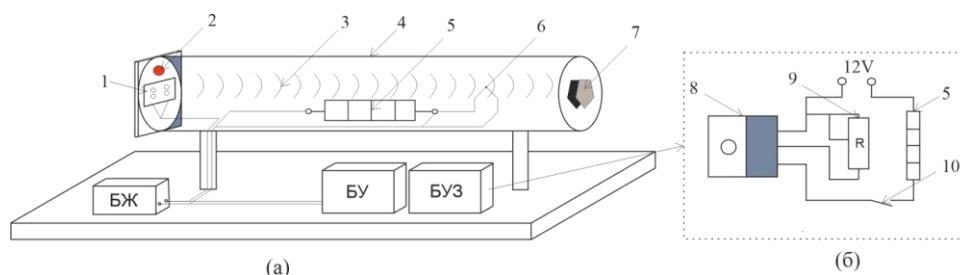


Рис. 1. Експериментальна установка для дослідження впливу хвильового імпедансу на поширення акустичних хвиль (а – компоненти дослідної установки, б – блок управління задимленням).

На одному кінці скляної колби закріплено акустичний датчик (випромінювач звукових коливань та приймач). На відстані 1 м з протилежної сторони колби розміщено матеріал, що є умовною перешкодою (цегла, метал, пластик, пінопласт, текстиль, картон). З використанням представленої експериментальної бази в роботах [3] проведені дослідження спектральних характеристик горіння целюлозовмісних та будівельних матеріалів, як найбільш поширених на об'єктах з масовим перебуванням.

Акустичний генератор датчика генерує акустичні хвилі, які поширюються уздовж скляної колби, відбиваючись від перешкоди, потрапляють до приймача датчика. Показання акустичного пристрою фіксуються на індикаторі. Випромінювачем і приймачем виступали електродинамічні гучномовці, сигнали з яких надходили на осцилограф, де реєструвалися різниці фаз між джерелом і приймачем звукових коливань.

Нагрівач підключений до блоку живлення. Для відновлення початкових умов у колбі після кожного випробування тестового матеріалу здійснювалася вентиляція протягом 30-40 секунд.

Скляна колба заповнювалася повітрям, у середині якої встановлено нагрівальний елемент. Під час проведення дослідження нагрівальний елемент змочується машинним маслом, під час згоряння якого в колбі виникає ефект задимлення. Для визначення середнього значення коригуючого коефіцієнту впливу хвильового імпедансу на поширення акустичних хвиль рекомендовано проведення декількох етапів досліду з різним ступенем задимлення у порядку з показниками від прозорого до задимленого середовища. Програмний код для роботи акустичного датчика розроблено в програмі «Arduino I_{no}». Для точності випробувань задано кількість випромінювання акустичних імпульсів акустичним датчиком. Реєстрація вимірювань показань акустичних датчиків здійснюється з частотою 0.3–0.5 с. Температура у колбі поступово збільшувалась від +20°C до +70°C. Для вимірювання температури у середині установки використовувалась термопара.

Таким чином експериментально підтверджено вплив хвильового імпедансу середовища на вимірювання відстані до перешкоди. Цей вплив буде враховано у вигляді коригуючого коефіцієнту визначення відстані до перешкоди додатковим спорядженням акустичної дії рятувальника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Левтеров О. А., Стативка Є. С. Визначення параметрів акустичного приладу екіпірування рятувальників. *Scientific Journal. Problems of Emergency Situations*. № 36. С. 280–295.
2. Wang J., Pfeiffer L. N., West K. W. Surface acoustic wave detection of robust zero-resistance states under microwaves. *Physical Review J.* 2020. Vol. 101. Iss. 16. doi.org/10.1103/PhysRevB.101.165413
3. Левтеров О. А., Тютюник В. В., Калугін В. Д., Ольховіков С. В. Використання ефекту акустичної емісії при ранньому виявленні загоряння целюлозовмісних матеріалів об'єктової підсистеми універсальної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні. *Прикладна радіо електротехніка*. 2017. Т. 16, № 1–2. С. 23–40.

ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОВИХ ВОГНЕГАСНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ ГАЛОНІВ 1301 й 2402

*Ліхнівський Р.В.¹, к.х.н.,
Цапко Ю.В.², д.т.н., професор,
Коваленко В.В.¹, к.т.н. с.н.с.,
Оніщук А.Є.¹*

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Газові вогнегасні речовини знайшли широке застосування в системах автоматичного об'ємного пожежогасіння. Поштовхом до розроблення озонобезпечних газових вогнегасних речовин стало підписання і ратифікація Монреальського протоколу [1], відповідно до якого припинялося виробництво екологічно небезпечних галонів з поступовою заміною на альтернативні.

Звіт [2] дозволяє відслідкувати й оцінити еволюцію газових вогнегасних речовин від озоноруйнівних галонів 1301, 2402 до нового екологічно безпечного 2-ВТР. У цьому звіті наведено усі запропоновані безпечні замітники озоноруйнівних галонів, а також їх суміші. Було розроблено газові вогнегасні речовини, що належать до неповністю заміщених фторхлорвуглеводнів, неповністю заміщених фторвуглеводнів, перфторованих вуглеводнів, йодфторвуглеводнів та фторованих кетонів, із яких створено нові хімічні класи:

- HCFC_s – гідрохлорфторвуглеводні;
- FC_s (PFC_s) – перфторвуглеводні;
- HFC_s – гідрофторвуглеводні;
- FIC_s – фторйодвуглеводні;
- FK_s – фторовані кетони;
- HBFC_s – галогенолефіни.

Застосування їх не потребує відключення електричних мереж, не призводить до будь-яких пошкоджень, а після провітрювання приміщень ці речовини не залишають по собі ніяких залишків. Галони як інгібітори горіння застосовуються у концентраціях (від 2 до 12 % об.). У разі їх застосування зменшення вмісту кисню у повітрі осередку полум'я за рахунок розведення є не значним, а гасіння відбувається внаслідок сповільнення та обриву ланцюгових хімічних реакцій у полум'ї. Інгібітори горіння відіграють роль “від'ємного каталізатора”, механізм дії яких полягає у високій реакційній здатності до взаємодії з радикалами з утворенням інертних сполук, тим самим обриваючи ланцюгову реакцію горіння та сповільнюючи її розвиток. Газохроматографічним методом визначено концентрації трифторбромметану (галон 1301) та 1,2-тетрафтордибромметану (галон 2402) у сумішах (типова хроматограма на рисунку 1), а експериментальними дослідженнями з визначення мінімальної вогнегасної концентрації встановлено, що суміші галонів 1301 та 2402 проявляють високу ефективність у гасінні полум'я.

Встановлено, що найкращу мінімальну вогнегасну концентрацію проявляє суміш галонів 1301 й 2402 з концентрацією останнього у межах 60÷65 %. Це свідчить про можливість застосування для пожежогасіння наявних галонів.

1. Результати випробувань з визначення концентрацій у сумішах галонів 1301 й 2402 газохроматографічним методом та з визначення мінімальної вогнегасної

концентрації для гасіння горючої рідини (н-гептану) цими сумішами наведено у таблиці 1.

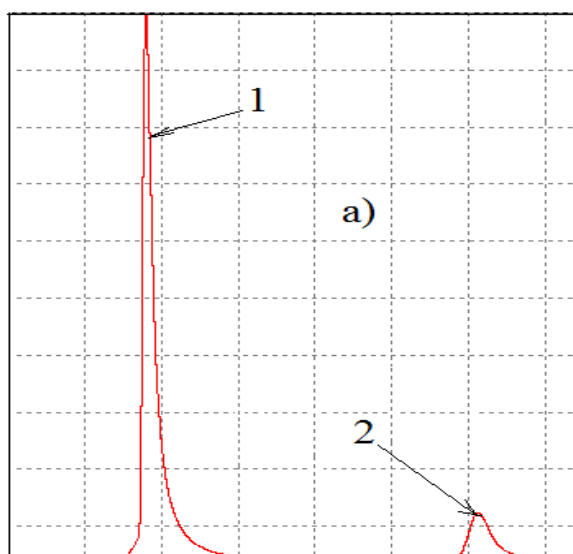


Рис. 1. Хроматограма розділення сумішей галонів 1301 й 2402: 1 – трифторбромметан, 2 – 1,2-тетрафтордибромметан.

Таблиця 1. Одержані мінімальні вогнегасні концентрації у гасінні н-гептану сумішами галонів 1301 й 2402 у різних співвідношеннях

№ з/п	Склад сумішей галонів 1301 та 2402, % мас.		Мінімальна вогнегасна концентрація, % об.
	Трифторбромметан	1,2-тетрафтордибромметан	
1	100	–	3,71
2	83,0	27,0	3,08
3	58,8	41,2	2,20
4	–	100	2,40

Одержані результати з визначення мінімальної вогнегасної концентрації для гасіння н-гептану вказують на високу ефективність сумішей галонів 1301 й 2402 у гасінні полум'я.

ЛІТЕРАТУРА

1. Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer (with annex). Concluded at Montreal on 16 September 1987.
2. Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. 2010 Report of the Halons Technical Options Committee (HTOC) 2010 Assessment. UNEP, 2011. 189 p.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ФРАКЦІЙ КРАПЕЛЬ ВОДИ З ПОВІТРЯНИМ ПОТОКОМ У ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Луц В.І.,
Штангрет Н.О.,
Великий Я.Б.*

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Основними небезпечними факторами пожежі які впливають на швидкість проведення оперативних дій ланками ГДЗС є в першу чергу висока температура в приміщенні та щільне задимлення. Ефективність ліквідації пожеж в задимлених приміщеннях та проведення аварійно-рятувальних робіт значною мірою залежить від продуктивності, працездатності, швидкості оперативного розгортання технічних засобів пожежогасіння, у тому числі і пожежно-технічного обладнання, одним з видів якого є пожежний димовсмоктувач.

Аналіз тактико-технічних характеристик, конструктивних рішень та параметрів таких димовсмоктувачів свідчить, що вони не здатні забезпечити швидке осадження продуктів горіння та зниження температури в приміщеннях, що ускладнює ведення оперативних дій ланками газодимозахисної служби, наражає на небезпеку особовий склад та призводить до збільшення часу гасіння пожеж, а відповідно до значних матеріальних втрат, та загибелі людей.

Усунення цих та інших недоліків наявних димовсмоктувачів неможливе без обґрунтування параметрів та реалізації нових конструктивних рішень, яким вбачається застосування вісьового димовсмоктувача у поєднанні з пристроєм для осадження продуктів горіння, що зможе поєднувати як подачу повітря так і повітряно-водяної суміші в осередок пожежі.

Значний інтерес для комп'ютерного моделювання параметрів взаємодії повітряно-водяної суміші крапель води з повітряним потоком становлять двофазні середовища, а саме потік газу із частинками рідини – краплями. Програмний продукт COSMOSFloWorks дає можливість змодельовати такий процес за допомогою геометричного проектування реального інженерного об'єкта в середовищі SolidWorks з подальшим автоматичним обміном необхідною інформацією. Рух і теплообмін текучого середовища в системі COSMOSFloWorks моделюється з допомогою рівнянь Нав'є – Стокса, які в нестационарній формі описують закони збереження маси, імпульсу та енергії цього середовища в Декартові системі координат. Таку систему було використано для моделювання параметрів взаємодії фракції крапель води з повітряним потоком у високотемпературному середовищі.

Програма COSMOSFloWorks служить для математичного моделювання фізичних процесів в області аерогідродинаміки та теплопередачі шляхом розв'язування відповідних прикладних задач. COSMOSFloWorks є інтегрованим додатком САД-системи SolidWorks і може ефективно використовуватись для розрахунків силової (стационарної та нестационарної) взаємодії між твердим тілом та потоком рідини (газу) у випадку їх взаємного руху; впливу різних фізичних факторів на рух текучого середовища; вирішення проблем теплообміну; розрахунку руху твердих або рідких частинок в потоці газу.

В програмі SolidWorks спроектовано модель кімнати із внутрішніми розмірами 6000x4500x2500 мм із стінами товщиною 250 мм (рис. 1). Посередині кімнати

розмістимо джерело тепла розмірами 630х630 мм на висоті 250 мм. Вхідний отвір розмістимо внизу кімнати симетрично до її довжини під кутом 30°. Діаметр вхідного отвору 300 мм де буде встановлено вентилятор діаметром 300 мм та продуктивність буде змінюватися в діапазоні реальних продуктивностей вентиляторів, а саме від 3600 м³/год до 7200 м³/год. Вихідний отвір виконано в правому куті кімнати перпендикулярно до її довжини (вбік). Площа вихідного отвору є вдвічі більшою від площі вхідного. Тому його діаметр становить 425 мм.

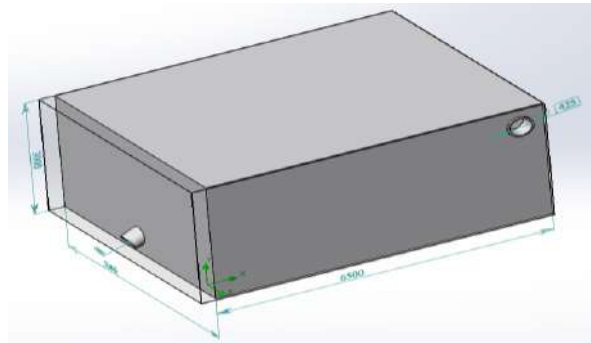


Рис. 1. Модель кімнати в середовищі COSMOSFloWorks.

Початкові та граничні умови. Призначено температуру джерела тепла 850 К, а потужність його необмежену, тобто температура джерела буде незмінною. Початкову температуру стін та середовища приймемо рівною 293,2 К (за замовчуванням), а відносну вологість повітря 100 %. Атмосферний тиск становить 101325 Па (за замовчуванням).

Як показує аналіз розрахунків математичної моделі осадження диму тонкорозпиленою водою, що транспортується повітряним потоком та їх порівняння із аналогічними відомими процесами встановленими іншими методами та дослідниками, дана математична модель адекватно описує реальний фізичний процес протікання повітряно-водяної суміші через гаряче приміщення.

Отже з даної математичної моделі видно, що оптимальна швидкість повітряного потоку вентилятора з точки зору максимального зниження температури в кімнаті та мінімального піднімання в ній відносної вологості є близькою до 25 м/с, що в перерахунку на вентилятор діаметром 300 мм відповідає його об'ємним витратам 1,5 м³/с (продуктивність 5400 м³/год), що є достатньо ефективним при застосуванні під час пожеж в підвальних, цокольних та житлових приміщеннях.

Для найбільш ефективного осадження диму повітряно-водяним струменем швидкістю 25 м/с оптимальною буде фракція води продуктивністю 0,1 кг/с із середнім розміром крапель (250 мкм). Отримані дані потрібно буде врахувати при конструюванні та створенні нових компактних установок димовсмоктувачів або нагнітачів, які б ефективно використовувались ланками ГДЗС під час рятування людей, ліквідації пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт у загазованих і задимлених приміщеннях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС № 1342 від 16.12.2011 «Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України».

2. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

3. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України. Затверджені наказом МНС України № 312 від 7.05.2007 року.

4. Луц В. І., Лазаренко О. В., Штангрет Н. О. Підвищення ефективності застосування переносних пожежних димовсмоктувачів.

5. Луц В. І., Лоїк В. Б., Штангрет Н. О. Розроблення методики з визначення параметрів небезпечних чинників пожежі в об'ємах приміщень.

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МОДЕЛЕЙ ІМІТАЦІЙНОЇ
ОЦІНКИ СИСТЕМИ «РЯТУВАЛЬНИК – ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ТА
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ – НС»**

Льовін Д.А.¹, ад'юнкт,

Савельєв І.В.²,

Стрілець В.М.¹, д.т.н., професор

¹Національний університет цивільного захисту України,

²ГУ ДСНС України в Луганській області

В доповіді показано, що важливою та нерозв'язаною частиною проблеми невідповідності нових завдань, які постали перед рятувальниками, що працюють в умовах додаткових обмежень сьогодення, умовам використання найрізноманітнішого пожежно-рятувального обладнання в рятувальному підрозділі, є відсутність загального підходу до формування комплексу цілей для оцінки того, наскільки якісно функціонує система «надзвичайна ситуація – аварійно-рятувальні роботи – рятувальник», за результатами імітаційного (як фізичного, так і за допомогою ЕОМ) моделювання.

Стосовно моделей функціонування системи «рятувальник-засоби захисту та забезпечення аварійно-рятувальних робіт-надзвичайна ситуація» (СРЗЗНС) визначено, що незалежні перемінні компонентів системи є характеристиками системи, а вхідні перемінні – моделями цих характеристик. Завдання властивостей СРЗЗНС є необхідною, але недостатньою умовою розв'язання задач оцінки цієї системи. Ці властивості повинні бути об'єднані у визначені сукупності або виражатися у вигляді узагальнених інтегральних характеристик. Такими узагальненими характеристиками виступають показники якості СРЗЗНС, тобто сукупність її властивостей, які виражають ступінь корисності системи для зовнішнього середовища на виході імітаційної системи.

В цьому випадку показник якості СРЗЗНС в цілому представляє собою невпорядковану безліч

$$Q = \langle \{Q_i\}; i = 1, 2, \dots, n_Q \rangle, \quad (1)$$

де Q_i – і-ий показник якості системи; n_Q – кількість показників якості.

Оскільки досягнення мети системою повинно дозволити виділення її основних формальних властивостей, вона повинна бути формалізована, тобто приведена до виду, який допускає кількісну оцінку. Тоді кожен показник якості Q_i повинен являти собою впорядковану безліч

$$Q_i = \langle \{Q_{ij}\}; j = 1, 2, \dots, n_{Q_i}; Q_{i1} < Q_{i2} < \dots < Q_{in_{Q_i}} \rangle, \quad (2)$$

де Q_{ij} – j-е значення i-ого показника якості.

При цьому показники Q_i визначені на безлічі характеристик $\{F_{0r}\}$ безпосередньо самої системи або ж на безлічі $\{x_a\}$ змінних x_a на вході моделі M_S^Σ власне імітаційної системи. Виходячи з цього, показник якості для моделі M_S^Σ з урахуванням правил організації СРЗЗНС є вже часткова впорядкована безліч

$$Q^\Sigma = \left\langle \left\{ Q_k^\Sigma; k = 1, 2, \dots, n_{Q^\Sigma}; Q_1^\Sigma < Q_2^\Sigma < \dots < Q_{n_{Q^\Sigma}}^\Sigma \right\} \right\rangle = \left\langle \left\{ Q_k^\Sigma; k = 1, 2, \dots, n_{Q^\Sigma}; \varphi: K \times Q \rightarrow Q^\Sigma \right\} \right\rangle, \quad (3)$$

де Q_k^Σ – k -ий показник якості СРЗЗНС; $K \times Q$ – декартовий твір; K – безліч, яка впорядковує та відображає правила організації СРЗЗНС; φ – відображення $K \times Q$ в безліч Q^Σ .

Оскільки діяльність ПРП на інтервалі T має причинно-наслідковий характер, то в моделях СРЗЗНС, що розглядаються, наслідком, результатом причин, що діють на систему, буде ефект СРЗЗНС, тобто впорядкована безліч

$$G = \left\langle \left\{ G_1; 1 = 1, 2, \dots, n_G; \varphi_1: Z \times Q^\Sigma \times T \rightarrow G \right\} \right\rangle, \quad (4)$$

де G_1 – l -е значення ефекту на інтервалі T ; n_G – кількість значень ефекту; Z – безліч, що впорядковує, яка уявляє собою безліч закономірностей функціонування СРЗЗНС зі встановленими зв'язками між показниками якості системи і результатами її функціонування; φ_1 – відображення $Z \times Q^\Sigma \times T$ в безліч G .

Якщо окремі властивості СРЗЗНС є частковими характеристиками системи, то ефективність системи є нормований до витрат ресурсів результат функціонування системи на певному інтервалі часу, тобто ефективність СРЗЗНС представляє собою впорядковану безліч

$$E = \left\langle \left\{ E_m; m = 1, 2, \dots, n_E; E_1 < E_2 < \dots < E_{n_E}; \varphi_2: H \times W \times G \rightarrow E \right\} \right\rangle, \quad (5)$$

де E_m – m -е значення ефективності системи, $E_m \in E$; W – витрачений ресурс; H – безліч, яка встановлює зв'язок між витраченим ресурсом, отриманим ефектом і показниками ефективності СРЗЗНС; φ_2 – відображення $H \times W \times G$ в безліч E .

Показано, що необхідно знайти такий вид F функціональної залежності показника узагальненої ефективності системи, викликаного показниками якості, властивими системі, щоб при виконанні обмежень $\{Q_i \geq Q_i^*, W \geq W^*, T \leq T^*\}$ було забезпечено дотримання умови

$$E = \left[F \left\{ G_i \right\}_{Q_i \geq Q_i^*} \right]_{\substack{W \leq W^* \\ T \leq T^*}} \geq E^*, \quad (6)$$

де E^* – необхідне значення показника узагальненої ефективності системи.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ КАРТОГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЗРУЙНОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Маслакова А.О.,

Андрєєв С.М., к.т.н., доцент

Національний аерокосмічний університет ім М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

Потреби у використанні геоінформаційні технологій набуває популярність в останні роки через велику потребу в просторовому аналізі та візуалізації даних у різноманітних сферах. Використання ГІС стає все більш важливим для України, особливо після повномітного вторгнення росії, бо чи мало міст України має потребу відбудови.

На сьогоднішній день геоінформаційні технології активно використовуються у проєкті – Карта Руйнувань та Відновлення [1] (рис. 1). На відкритому сайті з інтерактивною картою накопичується інформація про всі пошкоджені чи зруйновані внаслідок російського вторгнення в Україну об'єкти цивільної інфраструктури, а також відомості щодо відновлювальних робіт. Кожен об'єкт на карті має інформацію про його розташування (координати), адресу, орієнтовний період відновлення, дату руйнування, кошторис відновлення, фотографії до руйнування, самого руйнування та процесу відновлення і його завершення, посилання на джерело інформації про подію, про компанію, яка відновила об'єкт [1].

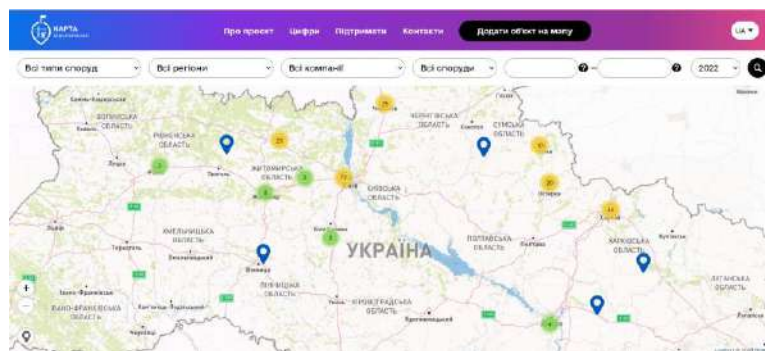


Рис. 1. Карта руйнувань та відновлення (знімок екрану сайту).

Разом з картою Відновлення функціонує інтерактивна карта бойових дій – Deep State MAP [2] (рис. 2). Ця карта базується на даних OpenStreetMap, створених спільнотою картографів по всьому світу [2]. Оновлення даних відбувається по декілька разів на дні, тому на карті завжди відображено актуальну інформацію про звільнені території України, тимчасово окуповані території України, підрозділи противника, ворожі напрямки, ракетні атаки та інше.

Використовувати геоінформаційні технології можна для визначення територій, які найбільше потребують реконструкції та допомоги, а також підтримки планування та управління зусиллями з реконструкції. Це можна втілити за допомогою програмного забезпечення ArcGIS.

ArcGIS – це платформа яка дозволяє збирати, організовувати, керувати, аналізувати, обмінюватися і розподіляти географічну інформацію, як світовий лідер серед платформ для побудови та використання геоінформаційних систем (ГІС), ArcGIS використовується людьми по всьому світу [3]. У складі платформи ArcGIS є модуль – Geostatistical Analyst. В наборі Geostatistical Analyst включає інструменти для аналізу

даних та побудови різних вихідних поверхонь, завдяки цьому можна створювати карти ступені зруйнувань міст України та оцінювати ступень збитків [4]. На рисунку 3 представлено приклади створених карт зруйнувань споруд міста в Донецькій області на різні моменти часу.

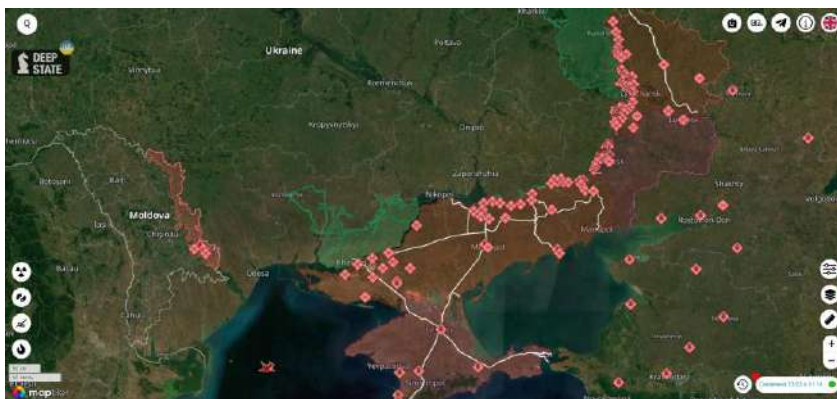


Рис. 2. Інтерактивна карта Deep State MAP (знімок екрану сайту).

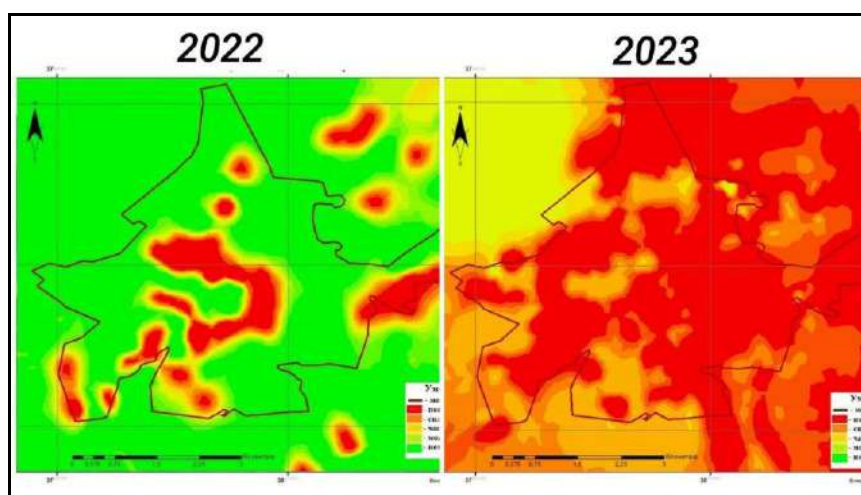


Рис. 3. Приклад карт руйнувань міста в Донецькій області на різні моменти часу.

Таким чином геоінформаційні технології допомагають Україні на шляху до перемоги зараз і безперечно допоможуть у відбудові міст, забезпечуючи ефективніший і більш дієвий підхід до відновлення громад, які постраждали від російської агресії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Карта відновлення. URL: <https://reukraine.shtab.net/about> (дата звернення 11.03.2023)
2. Maptiler. URL: <https://www.maptiler.com/copyright/> (дата звернення 11.03.2023)
3. ArcGIS. URL: <https://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm> (дата звернення: 11.03.2023)
4. Ersi. ArcGIS Geostatistical Analyst. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm> (дата звернення 11.03.2023)

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ГРУПИ НЕТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ НА НЕБЕЗПЕЧНІЙ ТЕРИТОРІЇ

Матухно В.В., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України

З початку повномасштабного військового вторгнення російської федерації на територію України, було забруднено вибухонебезпечними предметами (ВНП) близько 25 200 000 га площі, це майже 1/3 території України, яка є підозріло небезпечною територією та потребує перевірки. Під час оперативного залучення піротехнічних груп та груп нетехнічного обстеження (НТО) на небезпечній території, серед особового складу піротехнічних підрозділів трапилося 13 трагічних наслідків та 64 працівника зазнали вибухових травм. Постає нагальне питання у підвищенні безпеки підчас НТО, оскільки під НТО підпадає майже 80 % всієї небезпечної території, яка підлягає обстеженню.

Нетехнічне обстеження небезпечних територій не слід проводити у відриві від послідуєчих заходів у рамках процесу вивільнення земель від ВНП. Під час роботи групи НТО, ми будемо використовувати «комбінований» метод [1], який має відмінність від основного [2]. Відмінність від основного полягає у виконанні картографічного дослідження, яке передбачає виконання наступних процедур: збір прямих та непрямих доказів наявності вибухонебезпечних предметів, перевірка доказів, які були отримані в ході аналітичного дослідження, формування отриманих результатів нетехнічного обстеження імовірно забрудненої території в 3-D візуалізацію з визначенням точних географічних координат локальних та загальних зон небезпечної території.

Під час аналізу тестових польотів було виявлено недосконалість даного методу, яка полягає у використанні лише тепловізійної камери, яка орієнтована на роботу при сприятливих метеорологічних умовах (сонячність та температури більше 25 °С). Вирішенням даної проблеми є використання підвісного феромагнітометру, який призначений для пошуку феромагнітних тіл, які знаходяться в ґрунті, снігу та у броді. Особливість феромагнітометрів в тому, що вони реагують на полярність феромагнітних тіл (ті які мають змогу намагнічуватися). Використання приладів такого типу під час проведення обстеження дає можливість створювати карту в режимі реального часу з позначенням полярності об'єкту (рис. 1).

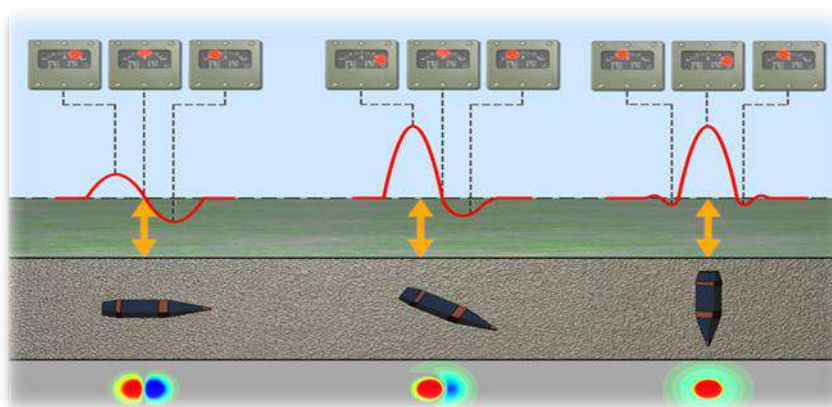


Рис. 1. Принци роботи феромагнітометру.

Для вимірювання магнітних величин електричними методами їх необхідно спочатку перетворити в інші величини. Для цього застосовуються перетворювачі

магнітних величин. Вимірювальне перетворення фізичної величини - вимірювальна операція, під час якої вхідна фізична величина перетворюється у вихідну, функціонально з нею пов'язану. Головна задача вимірювальних перетворень полягає в одержанні вихідних фізичних величин та залежностей між ними, зручних для порівняння і відтворення. До вимірювального перетворення фізичних величин у загальному випадку належать: лінійне (масштабне) та нелінійне перетворення фізичної величини без зміни її роду; лінійне та нелінійне перетворення фізичної величини зі зміною її роду. Під час проведення обстеження слід дотримуватися параметрів сканування, які повинні бути визначені завданням та відповідати вимогам. Рух котушки повинен бути паралельно землі та мати різницю у відстані між рядами не більше 0,5–1,5 м (рис. 2).

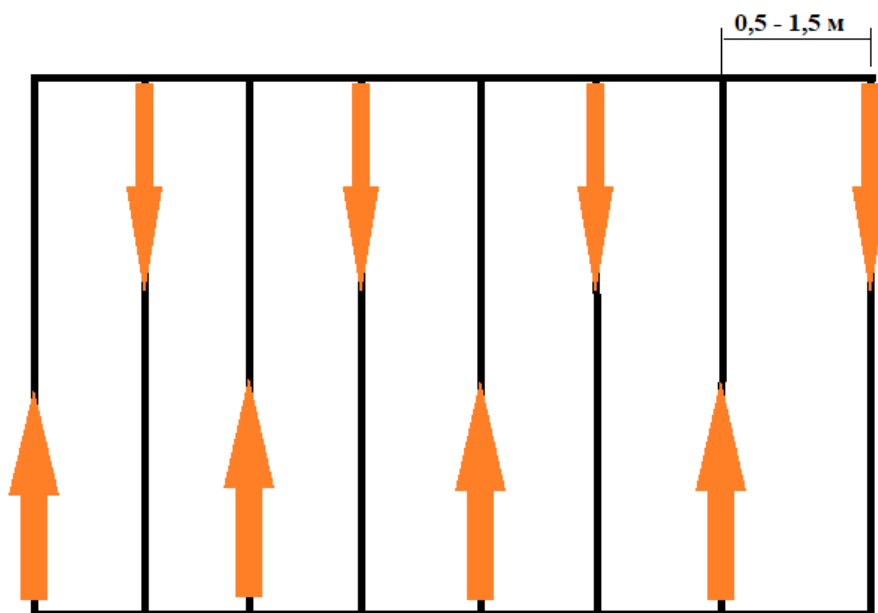


Рис. 2. Принцип сканування поверхні землі аеромагнітометром.

Особливості застосування «комбінованого» методу практичного дослідження при НТО в поєднанні з підвісним феромагнітометром дозволяє зменшити ризик травмування особового складу групи НТО за рахунок виключення попередніх із процесу перевірки небезпечної території на наявність зон небезпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матухно В. В. Скорочення часу нетехнічного обстеження імовірно забрудненої території. Матеріали круглого столу (вебінару) «Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків». 23 лютого 2023. Харків, НУЦЗУ.

2. СОП 08.10/ДСНС. Порядок проведення органами та підрозділами цивільного захисту нетехнічного обстеження територій, імовірно забруднених вибухонебезпечними предметами. Затверджено наказом ДСНС України від 08.02.2017 року № 81.

ВПЛИВ ВІЙНИ НА ПОРУШЕННЮ СНУ У ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ

Меламед Л.О.,

Калашченко С.І., PhD

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Актуальність. Вибухи, розмінування територій, сигнали повітряної тривоги під час війни, можуть мати серйозний вплив на сон цивільного населення. Звичайно очікувано, що війна викликає відчуття страху та тривоги, які можуть викликати порушення сну. Перешкоджати засинанню можуть гучні звуки при вибухах або активних бойових діях, страх за своє життя та своїх близьких, які, наприклад, знаходяться на окупованій території. Люди, які знаходяться на лінії бойових дій, можуть бути позбавлені належних умов сну. Наприклад, вимушені спати в бомбосховищах, або на вулиці, якщо полишили свої домівки.

Навіть після закінченні війни, люди можуть страждати від посттравматичного стресового розладу (ПТСР). Цей розлад може призводити до проблем зі засинанням або порушень сну. Людина може відчувати втому, через постійну відсутність якісного відпочинку вночі.

Мета роботи. Проаналізувати як війна вплинула на порушення сну в цивільного населення України.

Матеріали і методи. Було проведено опитування серед цивільного населення України. Використовувався метод дескриптивної статистики.

В цьому опитуванні приймало участь 119 людей різного віку. З них було 48,7 % чоловіків, 51,3 % жінок. Опитування проводилося на платформі «Google Docs», відповіді збиралися протягом 2 діб, відповідно до Закону України №2297-VI від 2010 р. «Про захист персональних даних», було анонімним». Інформація, надана учасниками, використовувалась у вигляді зведень та без ідентифікації особи. Отримана інформація зберігається з дотриманням усіх правил конфіденційності.

Критеріями включення до групи опитаних стала інформована згода взяти участь в опитуванні, життя в Україні протягом року, вік від 18 років, проінформованість стосовно того, як працювати з платформою.

Критеріями виключення стали небажання ділитися своєю інформацією стосовно якості сну, навіть анонімно, відсутність ресурсу для проходження тесту, незрозуміння як зареєструватись на платформі.

Результати. До початку повномасштабного вторгнення Російської Федерації (РФ) на територію України 24.02.2022 року у 63 % опитуваних не було проблем зі сном, але 37% мали порушення сну. Зі всієї кількості опитуваних 37,8 % відповіли, що проблеми зі сном збільшились. У 24,4 % проблеми були більш вираженими, але з часом зменшились. А в 37,8 % стан сну ніяк не змінився. На момент опитування, вже минув рік війни, однак 40,3 % мають порушення сну, 21 % мали погіршення якості сну, але позбулися через деякий час. Зараз немає проблем зі сном у 38,7 %. Можемо зробити висновок, що війна мала великий вплив на негативну динаміку стосовно появи порушень сну, відсоток наявності проблеми виріс, в деяких проблема сну була тимчасова, але кількість таких людей дуже велика. Відсоток людей, яких нічого не турбує і не заважає стосовно сну істотно зменшився (на 24,3 %).

Також варто зауважити, що наша нервова система має таку властивість, як адаптація. Як підтвердження цього є відповіді опитуваних на запитання «Чи було Вам важче засинати в перші місяці війни, якщо порівнювати стан вашого сну зараз?». 59,6 % відповіли, що в перші місяці від початку вторгнення зовсім не могли спати вночі. У

22,7 % людей сон не змінився, у 8,4 % так і залишились порушення, у 9,2 % з'явилися нові, яких раніше не було. На запитання «Чи можете Ви спати вночі під час сигналу повітряної тривоги?»: 48,7 % вона не заважає, 40,4 % відповіли, що зараз можуть, але раніше зовсім не могли, а 9,2 % досі не можуть, бо відчувають страх за своє життя. З часом люди адаптуються до умов життя, але війна ніколи не буде комфортною для життя людей при її наявності. Повітряна тривога вночі, буде змушувати людей прокидатися, однак деякі не можуть заснути після раптового пробудження, так само, як і звуки сповіщень в смартфонах, тому змушені жертвувати нічним відпочинком заради власної безпеки. Такі порушення ритму сну можуть підвищувати ризик хвороб серцево-судинної системи, цукрового діабету, ожиріння. Порушення сну, зазвичай, характеризуються різними симптомами. У 35,3 % анкетованих сон неспокійний, нетривалий, мають раптові пробудження. Серед 27,7% опитуваних, вони мають зміни звичного режиму сну. 23,5 % сплять довго, але просинаються втомленими. 20,2 % відчувають збудження, тривожність. 16 % мають погіршення працездатності. Неконтрольовані рухи під час сну та короткочасні зупинки дихання (апноє) мають 6,7 % та 5,9 % відповідно. 16 % анкетованих не мають жодного з перелічених симптомів.

За проханням оцінити якість сну від 1 до 5 (1- я маю такі проблеми зі сном, які зовсім не дають мені відчувати себе комфортно; 5- я відчуваю себе дуже комфортно і не маю проблем зі сном, що могли мені б заважати) на час опитування, 2,6% обрали варіант «1», 10,9 % варіант «2», 44,5 % варіант «3», 29,4 % варіант «4», 12,6% варіант «5». Проаналізувавши ці данні, такий великий відсоток відбору варіанту «3» ще раз підтверджує думку, що якість сну незадовільна. 77,3 % не приймають жодних медикаментів. 10,9 % приймали, але зараз вже не приймають. 5 % приймають заспокійливе, 4,2 % приймають снодійне, 2,5 % приймають і те, і те. Але 40,3 % зараз мають порушення сну, і 21 % мали їх, але, як ми бачимо, більшість не приймає медикаменти для покращення цієї ситуації. Це може свідчити про низьку стресостійкість та незадовільну адаптацію організму людини до дії травмуючих чинників.

Висновок. Війна, як чинник стресу, згідно проведеного опитування, має негативний вплив на якість життя людей. За рік війни, на момент опитування, порушення сну з'явилися в великій кількості людей (47,9 % серед усіх опитаних мають проблеми зі сном на даний момент). Таким чином, для гарного фізичного та психічного здоров'я треба турбуватись про якість сну. Для нівелювання негативного впливу на сон людей, які пройшли та/або проходять жахи війни, варто проводити подальші дослідження з метою розробки рекомендацій для покращення їх стану.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИБУХІВ ПОЛЬОВИХ СКЛАДІВ БОЄПРИПАСІВ

Орел С.М., к.т.н., с.н.с.

Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

Тактичний прийом Українських Збройних сил по ураженню складів боєприпасів за допомогою американських далекобійних високомобільних артилерійських ракетних систем M142 HIMARS призвів до знищення значної кількості складів, що значно ускладнило постачання військ Російської Федерації боєприпасами. Однак ці знищені склади залишилися на території України і представляють собою місця, на яких знаходиться значна кількість боєприпасів, частина яких не здетонувала, була лише пошкоджена і вибухові речовини розкидані на певній, відносно невеликій, території.

Постає питання оцінки шкідливої дії речовин, що залишилися на місці вибухів складів боєприпасів і визначення напрямів її зменшення на людину та довкілля.

Загалом, звичайний боєприпас – це цілісне спорядження, заряджене активною речовиною, розташоване в оболонці, виготовленій з металу або іншого матеріалу. Тому при руйнації складів боєприпасів у навколишнє середовище за звичай попадають сполуки металів і органічні сполуки, що входять до складу вибухівки або утворюються у процесі її трансформації. Коли токсичні елементи проникають у ґрунт, можуть початися процеси біоаккумуляції, що негативно позначиться на довкіллі та здоров'ї людини. Розглянемо склад цих речовин та їх вплив на людину та довкілля.

У військовій амуніції метали зустрічаються як окремо, так і в комбінації: алюміній у начинці вибухових речовин; свинець, сурма та миш'як (патрони до стрілецької зброї), кадмій та цинк (захисне покриття на гільзах боєприпасів), ртуть (гримуча ртуть у капсулях та детонаторах), вольфрам, нікель, мідь та кобальт (у формі сплавів для сердечників бронебійних снарядів).

Органічні сполуки, що входять до складу боєприпасів можна поділити на два великі класи (вибухові речовини та порох). Звичайно вибухові речовини включають N-метил-2-4-6-тринітрофенілнітрамін (тетрил), 2,4,6-тринітротолуол (тротил, TNT), гексагідро-1,3,5-тринітро-1,3,5-тріазин (гексоген, RDX), октагідро-1,3,5,7-тетранітро-1,3,5,7-тетразоцин (октоген, HMX) та їх суміші. Порох, розроблений для горіння з контрольованою швидкістю та вироблення газів, які рухають ракети або прискорюють снаряди з гармат. Інгредієнти пороху: нітрогліцерин (NG), нітрогуанідин (NQ), нітроцелюлоза (NC), 2,4-динітротолуол (2,4-DNT) і перхлорат.

Вибухівка, якою начинені боєприпаси, що зберігалися на складах, після їх підриву може знаходитися в різних станах: 1) боєприпас не вибухнув, хоча корпус його може бути пошкодженим і вибухівка вільно контактує з навколишнім середовищем; 2) детонація низького порядку, або часткова детонація, при якій частка речовини, що не вибухнула, знаходиться в діапазоні 27-49 %; 3) детонація високого порядку, або повна детонація, – маса речовини, що не вибухнула, знаходиться в діапазоні $2 \cdot 10^{-3}$ – $7 \cdot 10^{-7}$ % і нею в принципі можна знехтувати; 4) детонація вибухівки у боєприпасі, що не розірвався, під дією ударної хвилі від боєприпасу, що вибухнув. Звичайно супроводжується детонацією низького порядку.

Взаємодія забруднювачів із ґрунтом, як правило, спричинена двома механізмами: або сорбцією, коли забруднювачі притягуються до компонентів ґрунту, осаду чи гірських порід і стають іммобілізованими, або деградацією, яка є хімічним процесом, який розщеплює забруднювач на інші, також потенційно шкідливі, хімічні речовини. Якщо жоден із цих процесів не є особливо домінуючим, забруднювачі продовжуватимуть рухатися вниз через ґрунт і поширюватися назовні, поки не

досягнуть рецептора. Більше того, після підриву складу боєприпасів і початку ліквідації забруднювачів, проходить певний період, за який останні встигають проникнути у ґрунт і навіть просунулися на певну відстань. Тобто вже стоїть питання очистки забруднених ґрунтів.

Вибір процесу очищення забруднення є результатом поєднання критеріїв: місце очищення (на місці, поза місцем), дії, які необхідно вжити (стабілізація, екстракція або деградація) і техніка, яка має бути застосована для досягнення мети (механічний, хімічний або біологічний способи). Механічний і хімічний методи очистки громіздкі, енерговитратні і потребують значної кількості енергії та ресурсів. Для невеликих територій більш сучасними є біологічні методи відновлення ґрунту.

Дійсно, певні рослини та/або мікроорганізми здатні проводити рекультивацію ґрунтів, забруднених важкими металами, а також сполуками вибухових речовин [1]. Протягом кількох років рослини використовувалися для очищення ґрунтів, внутрішніх і підземних вод, забруднених важкими металами та/або вибухонебезпечними сполуками. Фактично, рослини продемонстрували свою пряму чи непряму дію на забруднювачі, поглинаючи або розкладаючи їх. Є також рослини, що накопичують забруднюючі речовини у своїх коренях, кореневищах, стеблах і листі. Ці дії позначаються загальним терміном: фітореMediaція. Рослини можуть фільтрувати (фітоекстракція), зберігати (фітоаккумуляція) або навіть перетворювати (фітотрансформація) забруднювачі, що складаються з важких металів, а також вибухонебезпечних сполук.

Не обов'язково для очистки ґрунтів необхідно використовувати екзотичні рослини. Дослідження [2] показали, що звичайні рослини, які адаптовані до місцевих умов, такі як тополя, очерет, жовтий ірис і осока можуть з успіхом використовуватися для фітореMediaції. Зрозуміло, що селекція і модифікація генів можуть багатократно покращити процес очистки.

На наш погляд, враховуючи матеріальний стан України після війни, її географічне і кліматичне положення, саме метод фітореMediaції може дати результат, прийнятний з точки зору рівня очистки і матеріальних затрат.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chatterjee S. et. al. Common explosives (TNT, RDX, HMX) and their fate in the environment. Emphasizing bioremediation. *Chemosphere*. 2017. Oct. V. 184. P. 438-451. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.06.008
2. Kuiper I. et. al. Rhizoremediation: a beneficial plant-microbe interaction. *Mol. Plant Microbe Interact.* 2004 Jan. V. 17. № 1. P. 6–15. DOI: 10.1094/MPMI.2004.17.1.6.

ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У ПІДВАГОННОМУ ПРОСТОРИ ВАГОНІВ МЕТРО

Остапов К.М., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Досвід гасіння пожеж у метрополітенах України та світу за останні роки [1] свідчить, що вразливими з точки зору пожежної безпеки слід вважати такі елементи вагонів метро: дерев'яну підлогу, тяглові електричні двигуни, силові й комутаційні кабелі з гумоподібних вуглеводних і полімерних матеріалів, тягові редуктора, що наповнені пожеже-небезпечним мастилом, та інше. Причому, підвагонний простір є практично недоступна локація вказаного пожежного навантаження. До цього ж необхідно сказати, що основна частина матеріалів й обладнання вагонів сприяє швидкому розповсюдженню полум'я та поширенню витоку токсичних газів, які створюють при пожежі небезпеку отруєння людей продуктами горіння. Все це обумовлює відповідні труднощі щодо проведення робіт пожежним-рятувальникам.

Що до вказаних труднощів. Умови гасіння при загоряннях деталей та вузлів, що знаходяться під вагонами дуже складні. Так як швидкість притоку повітря з киснем досить висока і тут зосереджені найімовірніші джерела запалювання.

На сьогоднішній день на станціях метрополітену та в вагонах метро переважно використовуються засоби порошкового гасіння. Однак, слід зауважити: що частка вогнегасного порошку здувається з об'єктів пожежогасіння, а їх інша частка, має тенденцію до осаджування, тим самим об'ємна концентрація цієї, як і любої крапельної вогнегасної речовини (ВГР), знижується, що йде не на користь ефективності гасіння пожежі [2].

Суттєво зменшити втрати вогнегасної речовини від здування та осаджування часток порошку, при гасінні пожеж у підвагоному просторі, дозволяє застосування гелеутворюючих сполук (ГУС) [3]. За рахунок адгезії ГУС до поверхні об'єкту пожежогасіння створюється вогнезахисний шар гелю, що досить міцно самозакріплюється на похилих і вертикальних поверхнях, а це, в порівнянні з використанням інших ВГР, значно зменшує їх втрати.

Іншою перевагою ГУС є висока вогнезахисна дія, обумовлена охолоджуючим впливом води, що міститься у гелі. Причому, після випаровування всієї води з гелієвого шару утворюється пористий шар висушеного ксерогелю, який перешкоджає повторному займанню.

В роботі [3] доведено, що силікатні системи $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2\text{-CaCl}_2$ і $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,95\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{CO}_3$ мають гарну адгезію до різноманітних матеріалів, більш високу механічну міцність ніж аналогічні суміші, що спучуються, та інші гелі. Шари гелю мають міцну адгезію до поверхонь з твердих матеріалів та при дії вогню зберігають цілісність.

В роботі [4] визначено, що гелеутворюючі системи з амонійними каталізаторами гелеутворення $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4+\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2$ та $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4+\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2$ створюють менш міцні шари гелю, з невисокою адгезією до твердих поверхонь. При нагріванні вони значно розтріскуються та можуть зсипатися, як порошок. При термічній дії, для них характерно розшарування деяких фрагментів покриття та їх звалювання, хоча й після розшарування на поверхні, вона достатньо довго не спалахує.

Актуальність цієї роботи подвійна. Вона викликана потребою подальшого розвитку технічних засобів доставки та розпилення гелеутворюючих сполук з стійкою

адгезією до поверхні пожежогасіння та підвищення ефективності їх застосування при гасінні пожеж у підвагонному просторі вагонів метро.

В роботі [5] доставку гелеутворюючої системи $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$ у підвагоний простір запропоновано здійснювати за допомогою спеціального візка. Візок містить розміщені на рамі вузької колії два балона з компонентами ГУС, що прикріплені до рами хомутами з замками, і має дві колісні пари, які разом з рамою створюють рухомий візок. Сам візок встановлено на вузькій колії, в середині основної колії руху вагонів метрополітену. Недоліком спеціального візка є подача ГУС компактним струменями, що не дає змоги досягти рівномірного покриття всього підвагонного простору. Наслідком такого розпилення компонент ГУС є те, що на частині поверхонь утворюється занадто товстий шар гелю, який при висиханні втрачає адгезію та осипається, а на інших елементах обладнання шар компонент ГУС або відсутній або занадто малий щоб отримати стійку адгезію. В результаті знижується вогнегасна здатність ГУС, що призводить до не раціональних витрат ВГР і зменшення ефективності їх використання в цілому.

Таким чином, науково-технічна проблема полягає в обґрунтованні удосконалень розпилення ГУС у підвагонному просторі з підвищенням ефективності гасіння. Природно, цю проблему можна вирішувати шляхом модернізації спеціального візка підвагонного гасіння з можливістю здійснювати рівномірне покриття усіх поверхонь під вагоном, дрібнодисперсним розпиленням компонент ГУС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sirovoy V. V., Kirichenko I. K. Osobennosti podvagonnogo tusheniya pozharov v metro. Problemy tekhnohenno-ekolohichnoi bezpeky: osvita, nauka, praktyka. 2019. P. 75–77.
2. Ostapov K. et al., Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 100. 2019. P. 30–36. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.174592
3. Chernukha A. et al. Mathematical Modeling of Fire-Proof Efficiency of Coatings Based on Silicate Composition. Materials Science Forum. 1006. 2019. P. 70–75. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1006.70
4. Pietukhov R., Kireev A., Slepuzhnikov E., Chyrkina M., Savchenko A. Lifetime research of rapid-hardening foams. Problems of emergency situations. 31. 2020. P. 226–233.
5. Ostapov K. et al. Improving the Quenching of the Undercarriage Space Due to the Adhesive Properties of Gel-Forming Compositions. Key Engineering Materials. Vol. 927. Trans Tech Publications, Ltd., 29 July 2022. P. 53–62. Crossref. DOI:10.4028/p-1su80t

ВИКОРИСТАННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ РЯТУВАЛЬНИХ НОСИЛОК ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

Панчишин Ю.І.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Станом на сьогоднішній час, на жаль надалі, триває російсько-українська війна, щоденно український народ зазнає великих людських втрат від ракетних та артобстрілів від нашого ворога росії. Внаслідок чого, відбувається руйнування інфраструктури населених пунктів, люди опиняються під завалами будівельних конструкцій, отримують травми які можуть призвести до летального випадку. Також руйнування будівель та споруд може відбуватися внаслідок природного стихійного лиха, наприклад землетрусу, повені [1]. На рисунках нижче наведено приклади руйнувань будівель і споруд внаслідок ракетного удару [2] (рис. 1) та землетрусу [3] (рис. 2) під якими опинилися люди.



Рис.1



Рис.2

Отже, під час будь-яких руйнувань будівель та споруд людині завдається шкода її здоров'ю та життю. Для підрозділів та формувань ДСНС України постає основним оперативним завданням проведення як найшвидше пошуково-рятувальної операції по виявленню та порятунку людей які опинилися під завалами будівель і споруд та потребують допомоги. Для здійснення пошуку та порятунку людей пожежні-рятувальники працюють в умовах обмеженого простору використовуючи необхідне аварійно-рятувальне та пожежно-рятувальне обладнання. Зокрема, особливу увагу слід надати засобам для переміщення, транспортування потерпілого який знаходиться під завалами в умовах обмеженого простору. Варто взяти до уваги те, що під час перенесення потерпілого з небезпечного середовища йому можливо додатково завдати шкоди його здоров'ю тому, щоб запобігти даних подій пожежні-рятувальники використовують носії. Рятувальні носії [4] бувають різного типу, як зображено на рисунках: м'які (рис. 3), тверді (рис. 4), складні (рис. 5), носилки-люльки (рис. 6).



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

Як бачимо носилки які можуть використовуватися для перенесення та транспортування потерпілого є дуже багато видів, варто врахувати, що пошуково-рятувальні операції проводяться в обмеженому просторі, а саме в завалах і інших не передбачуваних ситуаціях, тому пропонується взяти до уваги та використовувати в практичній діяльності найсучасніші рятувальні носилки для робіт в обмеженому просторі і не тільки, а саме ноші Sked Basic Rescue System [5], які зображені на рисунках 7.1, 7.2, 7.3, 7.4.



Рис. 7.1



Рис. 7.2

Рис. 7.3

Рис. 7.4

Отже, можна зробити висновок, що маючи на озброєнні та використовуючи під час оперативних завдань універсальні ноші Sked Basic Rescue System значною мірою підвищиться рівень безпечних умов транспортування потерпілого в умовах обмеженого простору, а також збереження його здоров'я та життя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0801-18>
2. URL: <https://novynarnia.com/2022/10/12/dsns-pokazaly-yak-ryatuvaly/>
3. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-zemletrus-turechchynaporyatunok/32265710.html>
4. URL: <https://euroservis.com.ua/ua/nosilki-sredstva-evakuatsii/>
5. URL: <https://skedco.com/product/sked-basic-rescue-system-international-orange/>

КОМП'ЮТЕРНО-ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕОДНОРІДНОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ЕЛІПСОПОДІБНОЇ НЕРЕГУЛЯРНОЇ ФОРМИ*Пастернак В.В., к.т.н., доцент**Волинський національний університет імені Лесі Українки*

Сучасний період розвитку людства характеризується стрімким впливом комп'ютерних та інформаційних технологій, які проникають в усі сфери діяльності [1], забезпечують поширення інформаційних потоків у суспільстві [2]. Застосування новітніх технологій дозволяє здійснювати перехід від конкретного спостереження та констатації фактів до прогнозування різноманітних властивостей неоднорідного середовища, виробів, матеріалів, процесів і т. д [3, 4]. Завдяки своїм властивостям сучасні неоднорідні середовища та елементи еліпсоїдної форми знаходять різноманітні застосування у багатьох галузях і потребують постійного вдосконалення на якісному та сучасному рівні [5, 6]. На рис. 1 представлено вікно розробленого програмного забезпечення для моделювання неоднорідного середовища з використанням нерегулярної форми елементів – еліпсоїди.

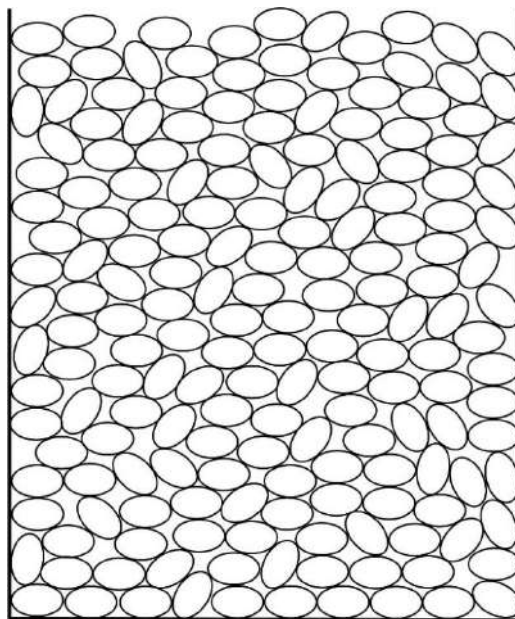


Рис. 1. Моделювання неоднорідного середовища з використанням нерегулярної форми елементів – еліпсоїди.

При розробці комп'ютерно-імітаційної моделі використані наступні умови: кожен елемент в упаковці описується дев'ятьма узагальненими координатами центру, довжинами трьох півосей і трьох вузлів Ейлера (напрямних осей еліпсоїда). Еліпсоїди обертання є окремим випадком тривісного еліпсоїда, в якому дві осі рівні. Отже, еліпсоїди обертання повністю описуються вісьмома узагальненими координатами. Умови не перетину двох еліпсоїдів визначити значно складніше, оскільки вони пов'язані зі знаходженням відсутності коріння системи двох еліптичних рівнянь. Один із способів визначення не перетину їх полягає в тому, що з обох рівнянь еліпсоїдів виражається в явному вигляді одна з координат, наприклад, апліката, причому в рівнянні для еліпсоїда з більшою аплікатою центру візьмемо радикала з негативним знаком, а у другому - з позитивним. Після чого з першого рівняння віднімемо друге і знайдемо мінімум цієї різниці, наприклад методом швидкого спуску. Якщо цей мінімум не є негативним, то

еліпсоїди не перетинаються. Аналогічно визначають умови не перетину еліпсоїдів із межами гіпотетичного контейнера. Ці умови не мають аналітичного запису, рішення проводяться лише чисельними методами. На рис. 2 представлено кути обертання еліпсоїда нерегулярної форми.

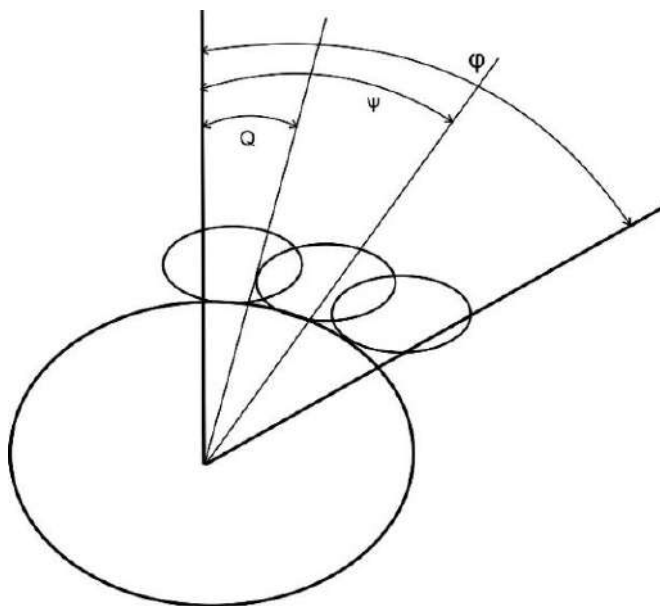


Рис. 2. φ, ψ, θ – кути обертання еліпсоїда нерегулярної форми.

Слід відмітити, щ кути φ, ψ, θ є узагальненими координатами еліпсоїда у просторі. У свою чергу, фактор форми при моделюванні визначається випадковим значенням цих кутів, що відображають індивідуальні структурні властивості неоднорідного середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pasternak V., Samchuk L., Huliieva N., Andrushchak I., Ruban A. Investigation of the properties of powder materials using computer modeling. *Materials Science Forum*. 2021. № 1038. P. 33–39.
2. Zabolotnyi O., Pasternak V., Andrushchak I., Ilchuk N., Svirzhevskiy K. Numerical simulation of the microstructure of structural-inhomogeneous materials. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2020. P. 562–571.
3. Zabolotnyi O., Pasternak V., Ilchuk N., Cagaňová D., Hulchuk Y. Study of the porosity based on structurally inhomogeneous materials Al-Ti. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2021. P. 349–359.
4. Pasternak V., Ruban A., Surianinov M., Otrosh Yu., Romin A. Software modeling environment for solving problems of structurally inhomogeneous materials. *Materials Science Forum*. 2022. № 1068. P. 215–222.
5. Ruban A., Pasternak V., Huliieva N. Prediction of the structural properties of powder materials by 3D modeling methods. *Materials Science Forum*. 2022. № 1068. P. 231–238.
6. Pasternak V., Zabolotnyi O., Svirzhevskiy K., Zadorozhnikova I., Machado J. Influence of mechanical processing on the durability of parts in additive manufacturing conditions. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2022. P. 24–35.

МОДЕЛЮВАННЯ НЕОДНОРІДНИХ СЕРЕДОВИЩ НА ОСНОВІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ABAQUS

Пастернак В.В., к.т.н., доцент

Волинський національний університет імені Лесі Українки

За останнє двадцятиріччя комп'ютерно-інформаційні технології формулюють науково-технічний прогрес і створюють інформаційний фундамент розвитку науки [1]. Використання сучасного програмного забезпечення при дослідженні наукових та інженерних задач дозволило здобути домінуючої позиції за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ) [2]. Успішну альтернативу зараз йому складають методи граничних інтегральних рівнянь (ГІР) [3]. Можна навести й випадки, коли кооперування цих чисельних методів для варіаційних та інтегральних рівнянь приводило до успішного розв'язання складних проблем в області комп'ютерного та математичного моделювання [4], при цьому демонструючи свою актуальність досліджень [5, 6]. На рис. 1 представлено моделювання прямокутної пластини у системі координат x , y та z , а також товщиною H (h) і радіусом R .

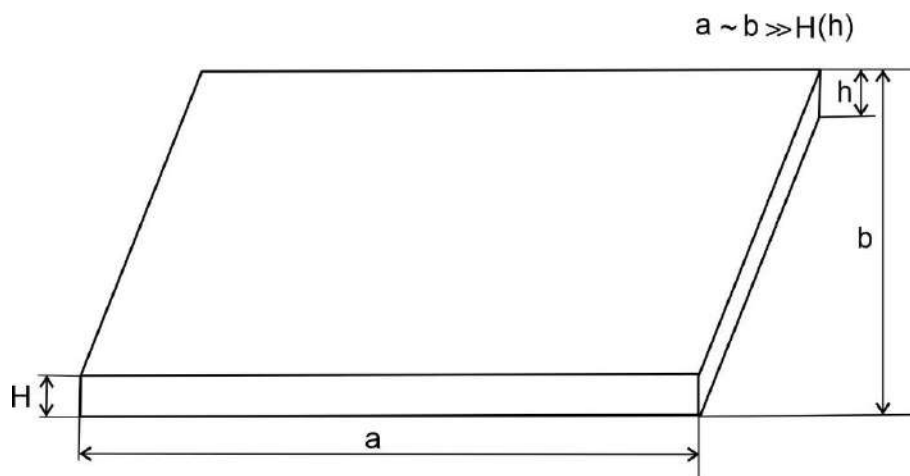


Рис. 1. Моделювання прямокутної пластини у системі координат x , y та z .

Структурні елементи представлені у вигляді п'єзоелектричних накладок однакової товщини δ та радіусом $r_0 \leq R$. Зовнішні та внутрішні поверхні межують із пасивним шаром, який покритий із нескінченно тонкими суцільними електродами. На пластинку діє осесиметричний рівномірно розподілений уздовж радіуса поверхневий тиск $P = P_0 \cos(\omega t)$, який змінюється в часі t з коловою частотою ω , близькою до власної частоти. Окрім того, виконуються функції електричних потенціалів $\psi(h/2 + \delta) - \psi(-h/2 - \delta) = R_g(2 V_a^{i\omega t})$ із частотою механічного навантаження, де: $V_a = V_a' + i V_a''$, а також відбувається процес збурення. Моделювання поведінки прямокутної пластини ґрунтується на гіпотезах Кірхгофа – Лява, і зводиться до розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. На основі обчислювальних методів програмного комплексу **Abaqus** здійснили триангуляцію, яка була отримана внаслідок адаптування сітки у місцях найбільших похибок. На рис. 2 представлено триангуляцію у програмному комплексі Abaqus.

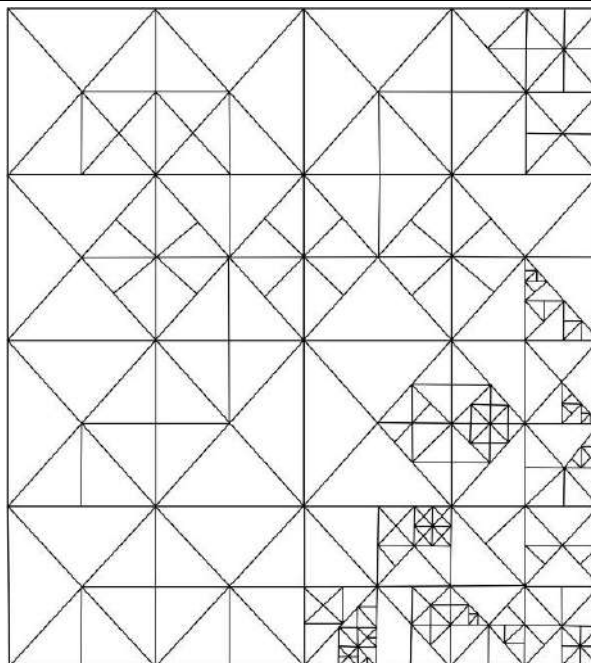


Рис. 2. Триангуляція у програмному комплексі Abaqus з $k=6$.

Як і очікувалося, найбільші значення похибки розпізнаються АОП (апостеріорні оцінювачі похибок) на елементах околу закріпленої межі. Власне на їхній множині послідовно відбувається локальне згущення сітки трикутників, яке врешті-решт ідентифікує, що структура шуканих розв'язків містить особливості в околах вершин закріпленого краю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pasternak V., Samchuk L., Huliieva N., Andrushchak I., Ruban A. Investigation of the properties of powder materials using computer modeling. *Materials Science Forum*. 2021. № 1038. P. 33–39.
2. Zabolotnyi O., Pasternak V., Ilichuk N., Cagaňová D., Hulchuk Y. Study of the porosity based on structurally inhomogeneous materials Al-Ti. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2021. P. 349–359.
3. Pasternak V., Ruban A., Surianinov M., Otrosh Yu., Romin A. Software modeling environment for solving problems of structurally inhomogeneous materials. *Materials Science Forum*. 2022. № 1068. P. 215–222.
4. Ruban A., Pasternak V., Huliieva N. Prediction of the structural properties of powder materials by 3D modeling methods. *Materials Science Forum*. 2022. № 1068. P. 231–238.
5. Pasternak V., Zabolotnyi O., Svirzhevskiy K., Zadorozhnikova I., Machado J. Influence of mechanical processing on the durability of parts in additive manufacturing conditions. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2022. P. 24–35.
6. Pasternak V., Samchuk L., Ruban A., Chernenko O., Morkovska N. Investigation of the main stages in modeling spherical particles of inhomogeneous materials. *Materials Science Forum*. 2022. № 1068. P. 207–214.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНО-ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОДНОРІДНИХ СЕРЕДОВИЩ

*Пастернак В.В.¹, к.т.н., доцент,
Рубан А.В.², к.н.держ.упр., доцент*

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки,

²Національний університет цивільного захисту України

Одним з основних напрямків розвитку на сьогоднішній день є вдосконалення відомих і розроблення нових матеріалів на базі сучасного моделювання [1]. Особливістю при створенні таких матеріалів є те, що можна керувати їх властивостями у досить широких межах [2]. У свою чергу, структурно-неоднорідні матеріали, які можуть мати різну форму та розміри характеризуються зміною складу і властивостями у заданому напрямку [3]. Удосконалення технологій отримання таких матеріалів на базі комп'ютерного моделювання, що мають неоднорідні властивості, завжди було і буде одним із важливих напрямків дослідження. Особливо це стосується процесу засипки неоднорідних середовищ (матеріалів), який супроводжується утворенням додаткових пустот – «арочний ефект». Поява «арочного ефекту», призводить до неоднорідності властивостей всередині матеріалів, і не дає можливість отримувати структурні характеристики на якісному рівні [2, 3]. Таким чином, прогнозування структурних характеристик матеріалів за допомогою методів комп'ютерного моделювання, а також які отримуються в результаті сукупності технологічних операцій з відомими характеристиками є актуальним завданням сьогодення. На рис. 1 представлено вікно розробленої імітаційної моделі для дослідження впливу вібраційних коливань на структурні зміни полідисперсної засипки.

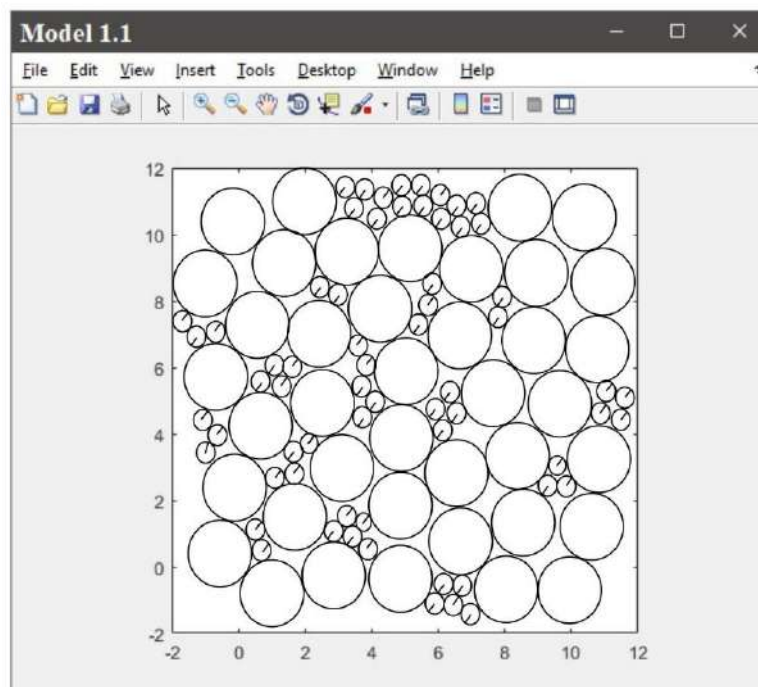


Рис. 1. Дослідження частинок із застосуванням вібрацій.

Алгоритм імітації моделювання неоднорідних середовищ реалізовує вертикальні та горизонтальні вібрації. Величинами, що характеризують віброколивання в алгоритмі

є: амплітуда та частота коливань. Змінним параметром виступає період накладання вібрацій. Розміри елементів (часток) задаються в міліметрах або мікрометрах і не залежать від роздільної здатності монітора. Параметри віброколивань можуть бути змінені за допомогою панелі керування вібраціями. Алгоритм моделі (рис. 2) передбачає, що процедури накладання горизонтальних та вертикальних віброколивань аналогічні. Відмінність між ними полягає в тому, що основною для реалізації горизонтальних коливань є X - координата, а для вертикальних – Y - координата. Модель передбачає можливість одночасної реалізації горизонтальних та вертикальних коливань. На рис. 2 зображена схема алгоритму роботи з використанням вібрацій.

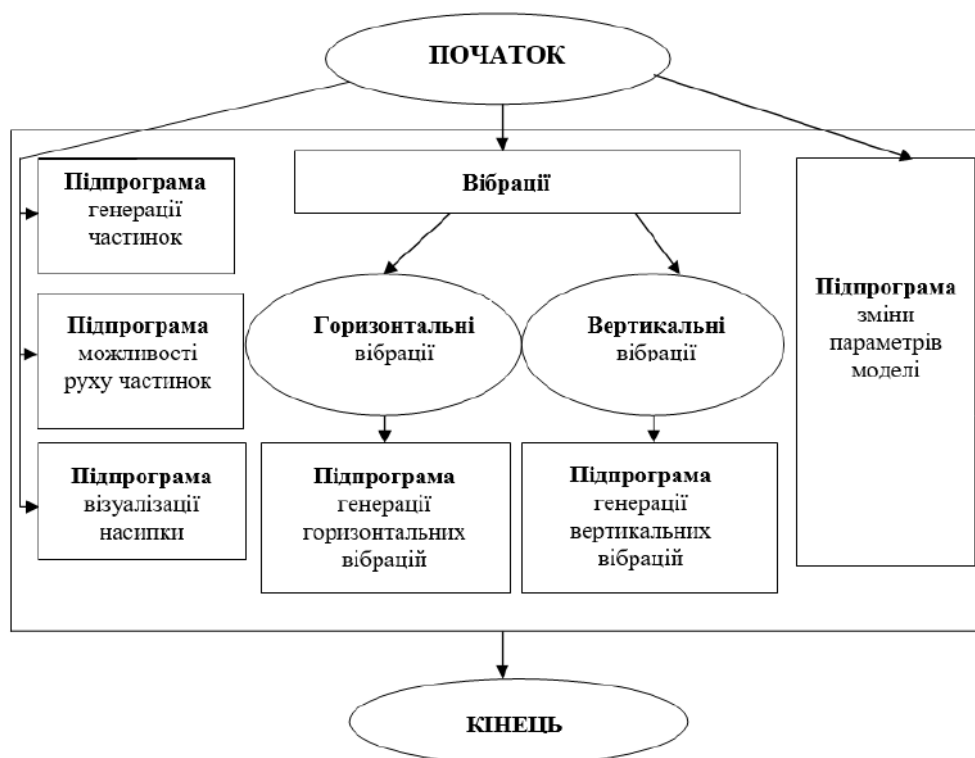


Рис. 2. Схема алгоритму роботи.

Слід відмітити, що одночасне накладання горизонтальних та вертикальних коливань на процес моделювання, дає можливість дослідити історію процесу заповнення неоднорідних елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pasternak V., Samchuk L., Huliieva N., Andrushchak I., Ruban A. Investigation of the properties of powder materials using computer modeling. *Materials Science Forum*. 2021. № 1038. P. 33–39.
2. Zabolotnyi O., Pasternak V., Andrushchak I., Ilchuk N., Svirzhevskiy K. Numerical simulation of the microstructure of structural-inhomogeneous materials. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2020. P. 562–571.
3. Pasternak V., Ruban A., Surianinov M., Otrosh Yu., Romin A. Software Modeling Environment for Solving Problems of Structurally Inhomogeneous Materials. *Materials Science Forum*. 2022. № 1068. P. 215–222.

ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ЗНИЩЕННЯ БЕТОНОБІЙНИХ ТА БРОНЕБІЙНИХ СНАРЯДІВ

Поліщук Д.В.

Національний університет цивільного захисту України

Активні бойові дії призводять до великої щільності забруднення боєприпасами, які не розірвалися. Вони в свою чергу становлять підвищену небезпеку для населення і фахівців, які займаються розмінуванням. Основний метод утилізації боєприпасів і снарядів, що не розірвалися є знищення шляхом контрольованого підриву. Даний метод є безпечним але веде до підвищеної витрати вибухових речовин та засобів підриву. З урахуванням ведення інтенсивних бойових дій даний показник значної витрати вибухової речовини є критичним. Тому зниження цього показника в умовах війни матиме позитивні результати. Враховуючи конструктивні особливості певних типів боєприпасів, найбільш складними для проведення поодинокого знищення є бронобійні та бетонобійні артилерійські снаряди. Основною проблемою знищення даних боєприпасів є наявність невеликої кількості вибухової речовини, відділеної від зовнішньої стінки товстим корпусом снаряду. Досить часто визначеної кількості вибухової речовини, у Стандартній операційній процедурі СОП 10.10-40/ДСНС не вистачає для знищення такого типу боєприпасів. Це сповільнює оперативну роботу піротехнічних підрозділів.

Як показує закордонна практика використання таких малих кумулятивних зарядів знижує розхід вибухової речовини, підвищує ефективність проведення робіт з оперативного розмінування. Але для здешевлення проведення робіт зі знищення вибухонебезпечних залишків війни доцільність використання таких зарядів складає важливу складову даного питання. Найбільш доцільно використовувати такі готові кумулятивні заряди для знищення складних артилерійських снарядів, такого типу як бронобійні та бетонобійні, що мають міцний корпус і невеликий заряд вибухової речовини. Але при використанні таких малих кумулятивних зарядів для знищення фугасних та осколково-фугасних тонкостінних артилерійських снарядів призведе до здорожчання проведення таких робіт. Такі снаряди краще знищувати зосередженим накладним зарядом вибухової речовини, що гарантує при правильному розташуванні заряду до безвідмовного спрацювання заряду спорядження вибухонебезпечного предмету.

Основним матеріалом для знищення боєприпасів що не розірвалися у підрозділах ДСНС є шашка детонатор Т-400Г, яка має меншу потужність, який враховано коефіцієнтом переплавки в порівнянні з радянським армійським тротилом, для якого і проводилися розрахунки необхідної кількості для знищення боєприпасів різного калібру. Використання такого вибухового матеріалу, як шашки-детонатори для проведення знищення бронобійних та бетонобійних артилерійських снарядів призводить до залишення невеликих вм'ятин на корпусі, в місці де було розташовано заряд або відбиття підривника з отвору в якому він розташований. Тобто ініціація основного заряду вибухової речовини артилерійського снаряду не відбувається. Снаряд залишається цілий, вибухова речовина не знищена. Така проблема призводить до ускладнення виконання завдань піротехнічними підрозділами. Відбувається перевитрата вибухових матеріалів і засобів ініціації. Дана проблема потребує нагального вирішення для покращення умов для проведення розмінування та підвищення ефективності виконання завдань.

МАЛІ КУМУЛЯТИВНІ ЗАРЯДИ	
ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Маса в зборі: МКЗ-1 / МКЗ-2 / МКЗ-3	157±10г / 142±10г / 162±10г
Маса заряду: МКЗ-1 / МКЗ-2 / МКЗ-3	64±3г / 55±3г / 66±3г
Діаметр: МКЗ-1 / МКЗ-2 / МКЗ-3	32±5мм / 32±5мм / 32±5мм
Висота: МКЗ-1 / МКЗ-2 / МКЗ-3	95±5мм / 85±5мм / 95±5мм
Кількість МКЗ у ящику	90 штук
Глибина пробиття металевої пластини товщиною 100мм з відстані 40мм: МКЗ-1 / МКЗ-2 / МКЗ-3	40мм / 40мм / 40мм
Відстань для ініціювання боєприпасів (повна детонація) МКЗ-1 / МКЗ-2 / МКЗ-3	30-50мм / 30-50мм / 30-50мм
Відстань для руйнування оболонки боєприпасів (без повної детонації) МКЗ-1 / МКЗ-2 / МКЗ-3	250-400мм / 250-400мм / 200-500мм
Температурний діапазон застосування	-40°C/+50°C
Допустиме значення вологості	від 10% до 100%

Рис.1. Тактико-технічні характеристики малих кумулятивних зарядів українського виробництва.

Очевидно, що малі кумулятивні заряди мають свою доцільність для використання при знищенні артилерійських снарядів які з урахування своїх особливостей мають товсті стінки корпусу, і мають можливість забезпечити безумовне спрацювання заряду спорядження вибухової речовини такого боєприпасу. Виготовлення таких кумулятивних зарядів, через більш складну конструкцію є дорожчим ніж виготовлення вибухових матеріалів, тому доцільність використання таких кумулятивних зарядів для використання по тонкостінним снарядам втрачається через фінансову складову даного питання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малі кумулятивні заряди сприяють безпечному розмінуванню й утилізації боєприпасів. URL: <https://armyinform.com.ua/2020/08/21/mali-kumulyatyvni-zaryady-spryuayut-bezpechnomu-rozminuvannnyu-j-utyilizacziyi-boepripasiv/>
2. Наказ ДСНС України від 26.09.2019 р. №375 «Про затвердження СОП 10.10-40/ДСНС. Заходи безпеки під час розмінування». URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/6/8/9/6/6/NX5jLmpEvhPefQmsK3VCHI3jP8t9siyGh4zKi86k.pdf>

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МІСЦЬ ДИСЛОКАЦІЇ ПОЖЕЖНИХ ДЕПО

Придатко В.В.,

Придатко О.В., к.т.н., доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Актуальним завданням сьогодення, з урахуванням розвитку технологій та використання у різних галузях діяльності небезпечних і горючих речовин, виступає проведення комплексу робіт із досліджень параметрів оптимальної зони обслуговування пожежних депо і визначення фактичного часу доїзду підрозділів.

Згідно вимог [1] максимальний час прибуття рятувальних підрозділів до найвіддаленіших населених пунктів досліджуваних регіонів (об'єднаної територіальної громади з урахуванням сільської місцевості) не має перевищувати 20 хвилин.

Питаннями опрацювання інформації про подію [2], оптимізації маршрутів слідування з місця дислокації до місця події [3], займаються низка вчених, зокрема досліджуються питання вибору оптимального маршруту слідування із урахуванням параметрів вулично-дорожньої мережі.

З врахуванням означених параметрів розроблено імітаційну модель вибору оптимального маршруту за критеріями вибору та відповідно визначення місць розташування і типу пожежних депо.

Оптимальні маршрути, кількість пожежних депо та час слідування рятувальних формувань досліджуються в межах об'єднаних територіальних громад з урахуванням особливостей сільської місцевості. Саме тому виникає необхідність перегляду та удосконалення методів пошуку оптимального маршруту слідування із урахування заданих умов за для досягнення нормативного показника – до 20 хвилин. Здебільшого в заданими параметрами досліджень час доїзду буде залежати від швидкості руху рятувальної техніки, стану дорожньої мережі та інтенсивності руху на окремих ділянках.

Показники часу слідування від місця розташування пожежного депо до місця виклику у населених пунктах сільської місцевості або за їх межами буде залежати від руху техніки, інтенсивності руху, погодних умов та віддаленості місця події.

Зважаючи, що ділянки маршруту слідування мають розгалужену систему існує декілька можливих варіантів слідування техніки та відповідно показники часу слідування будуть змінюватись.

Для вирішення оптимальних варіантів слідування до місця події, зменшення часу доїзду та, відповідно, визначення оптимальних місць розташування пожежних депо [4] розроблено алгоритм пошуку оптимальної відстані вершин графу, виконаного на основі накладеного на карту графу, на базі алгоритмів Белмана-Форда, Флойда-Уоршола, Джонсона, Прима та Дейкстри, який визнано найбільш оптимальним за результатами проведених обрахунків ряду територіальних громад.

Порядок застосування алгоритму Дейкстри для пошуку оптимального маршруту слідування в умовній системі шляху слідування рятувальних підрозділів представлено у вигляді графу, що накладено на карту Турбівської об'єднаної територіальної громади Вінницької області (див. рис. 1).

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАСОБІВ ДИМО- ТА ТЕПЛОВИДАЛЕННЯ, ЯКІ ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

*Присяжнюк В.В.,
Ніжник В.В., д.т.н., с.н.с.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Показники надійності являються важливими техніко-економічними факторами, які визначають якість виробу. Надійність засобу залежить з однієї сторони від технічного вдосконалення виробу, а з іншої сторони від рівня технічного обслуговування і ремонту виробу у процесі його експлуатації та визначає рівень економічного використання виробу.

Основною характеристикою, яка характеризує ефективність функціонування переносних засобів димо- та тепловидалення є продуктивність [1]. Ця характеристика безпосередньо впливає на тривалість проведення тактичної вентиляції пожежно-рятувальними підрозділами за результатами чого збільшується ймовірність порятунку людей та ліквідації пожеж.

Продуктивність вентилятора залежить від таких основних параметрів, а саме: діаметру вентилятора, числа обертів, площі лопатів та кута атаки лопатей.

Проведено аналіз кожного із зазначеного параметрів. В основу вибору переліку параметрів стосовно яких буде надалі досліджуватися їх вплив на продуктивність засобу димо- та тепловидалення покладено значущість впливу обраного параметру за продуктивність засобу та економічні показники щодо виробництва, функціонування та технічного обслуговування засобу у разі зміни параметру, що розглядається.

Такі параметри, як діаметр вентилятора та число обертів, що впливають на продуктивність вентилятору створюють лінійну залежність між такими параметрами та продуктивністю засобу димо- та тепловидалення. При цьому, чим більші значення діаметру вентилятора та числа обертів, тим більша продуктивність засобу, разом із цим збільшуються економічні показники щодо виробництва, функціонування та технічного обслуговування такого засобу. Тому покращувати характеристики засобів димо- та тепловидалення за рахунок збільшення їх вартості в даній роботі визначаємо як недоцільне. Разом із цим зміну діаметра та числа обертів вентилятора можливо враховувати під час проектування та виготовлення нового вентилятора.

В осьовому вентиляторі передавання енергії потоку повітря виникає за рахунок робочого колеса, яке складається із консольних лопатів, що закріплені на втулці.

Так, як колесо вентилятора під час обертання утримується в осьовому напрямку, а його лопаті закріплені під кутом до площини обертання, таким чином колесо переміщає повітря вздовж осі. При цьому потік повітря декілька закручується. В даному процесі важливий вплив має кут нахилу лопаті вентилятора. Дослідження впливу зміни кута нахилу лопаті вентилятора на його продуктивність не впливає на економічні показники вентилятора і пропонується для подальшого дослідження в даній роботі.

Для розгляду роботи осьових вентиляторів використовують теорію решітки профілів [2]. Під час розсікання робочого колеса та розвертання поверхні із перерізом лопатей отримуємо плоску решітку профілів осьового вентилятора.

Основні величини, які характеризують геометрію решітки наступні: l – крок лопатей, який дорівнює відстані між подібними точками перерізу лопатей, що виміряні в напрямку руху решітки; b – довжина хорди перерізу лопаті; B – ширина решітки (розмір паралельної вісі обертання); β_1 – вхідний кут лопаті; β_2 – вихідний кут лопаті; β – кут нахилу лопаті (кут між хордою лопаті та утворюючої решітки).

Елементи лопатей осьового вентилятору, які розташовані на різних відстанях від центру обертаються з різними швидкостями. В наслідок чого лопаті з постійними шириною та кутами входу і вихода утворює напор, який змінюється за її довжиною [2].

Кут нахилу хорди лопаті до площини обертання лопатного робочого колеса змінюється по закону [2]:

$$r \cdot \operatorname{tg}(\beta_m) = \operatorname{const}, \quad (1)$$

де: r – радіус у місці перетину решітки лопатей; β_m – кут нахилу хорди лопаті.

Також кут нахилу лопаті вентилятора можна визначити із формули для дійсного динамічного тиску на лопаті вентилятора згідно методикою [2]:

$$\Delta p = \Delta p_t \cdot \frac{1 - \mu \cdot \operatorname{ctg}(\beta)}{1 + \mu \cdot \operatorname{ctg}(\beta)}, \text{ Па} \quad (2)$$

де: μ – обернена якість профілю лопатей, приймається рівною 0,02 згідно з рекомендаціями [2], β - кут нахилу лопаті вентилятора.

Таким чином під час досліджень продуктивності засобу димо- та тепловидалення слід досліджувати вплив на зазначену характеристику такого параметру як кут нахилу лопаті вентилятора.

За результатами проведених аналітичних досліджень встановлено, що в існуючих засобах димо- та тепловидалення параметр кут нахилу лопатей вентилятора варіюється в таких межах від 0,600 до 0,960 радіан. Тому під час подальших досліджень приймаємо мінімальне значення кута нахилу лопатей вентилятора 0,600 радіан, середнє 0,7800 радіан та максимальне 0,960 радіан.

Наступним параметром, який впливає на продуктивність засобу димо- та тепловидалення є площа лопатей. Очевидним є те, що це один із найбільш значущих параметрів, який із його збільшенням підвищує продуктивність засобу, при цьому таке підвищення є лінійним. В літературних джерелах відсутні дані щодо дослідження закономірностей впливу площі лопатей на продуктивність засобу димо- та тепловидалення.

Таким чином під час дослідження продуктивності засобу димо- та тепловидалення слід також дослідити вплив на зазначену характеристику такого параметра, як площа лопатей вентилятора. За результатами проведених аналітичних досліджень встановлено, що вдосконалення технічних характеристик засобу димо- та тепловидалення сприятиме підвищенню ефективності під час гасіння пожеж у будівлях та спорудах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бак О. И. Проектирование и расчёт вентиляторов. Москва, Госгортехиздат, 1961, 456 с.
2. Azimian A. R., Elder R. L., McKenzie A. B. Application of Recess Vaned Casing Treatment to Axial Flow Fans. Journal of Turbomachinery, 1990. Vol. 112. № 1. P. 145–150.
3. Брусиловский И. В. Выбор густоты решетки профилей и угла атаки в осевых вентиляторах. Промышленная аэродинамика. Вып. № 32. Москва. Машиностроение, 1975. С. 93–116.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЯТУВАННЯ ЛЮДЕЙ ІЗ ПІД ЗАВАЛІВ БУДИНКІВ ТА СПОРУД

*Присяжнюк В.В.,
Свірський В.В.*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Одними з найбільш складних аварій з точки зору проведення рятувальних робіт можна вважати аварії, пов'язані з руйнуванням будинків та споруд. Складність проведення рятувальних робіт обумовлена великою кількістю постраждалих людей, які опинилися в завалах, необхідністю виконання складних інженерних робіт та загрозою подальшого руйнування. Досвід проведення рятувальних робіт на зруйнованих будівлях свідчить про те, що необхідну кількість сил та засобів потрібно зосередити на місці аварії якомога швидше. Оскільки в більшості випадків людина, яка опинилася в завалі, спроможна зберігати життєздатність протягом 10 годин.

Для забезпечення професійних дій співробітників пожежних та аварійно-рятувальних служб використовується аварійно-рятувальне обладнання, яке ефективно використовується при гасінні пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій [1]. Наявність такого обладнання є необхідним фактором для підтримки високого рівня готовності підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ОРС ЦЗ) для успішного вирішення завдань будь-якої складності [2].

З метою постановки в оперативний розрахунок пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України ефективного сучасного аварійно-рятувального обладнання призначеного для швидкого розбирання складних конструкцій будинків та споруд різного призначення в Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту було проведено апробацію та експериментальні дослідження мобільного апарату ЕСВ виробництва компанії Technology d.o.o. (Хорватія).

Даний апарат [3, 4] призначений для розрізання будівельних конструкцій під час розбирання завалів будинків та споруд у разі ліквідації надзвичайних ситуацій.

Під час проведення практичної апробації мобільного апарату ЕСВ на пожежно-випробувальному полігоні Інституту було здійснено розрізання двох типів бетонних конструкцій та сталевих квадратів.

Робочий момент різання бетонних конструкцій та зовнішній вигляд бетонних конструкцій після роботи апарату наведено на рисунку 1.

Робочий момент різання сталевих квадратів та його зовнішній вигляд після різання наведено на рисунку 2.



Рис. 1. Робочий момент різання бетонних конструкцій та зовнішній вигляд бетонних конструкцій після роботи апарату.



Рис. 2. Робочий момент різання металевого квадрата та його зовнішній вигляд після різання.

За результатами практичної апробації на пожежно-випробувальному полігоні Інституту встановлено, що апарат має технічні характеристики, які здатні здійснювати швидке та якісне різання металевих конструкцій. Під час різання бетонних конструкцій швидко робить наскрізні отвори в них, але для повного розрізання необхідний тривалий час та відповідний ресурс електродів.

Технологія ЕВС дозволяє виконувати найскладніші роботи по свердлінню та різанню всіх типів найтвердіших матеріалів у найскладніших місцях швидко, без зайвого шуму та утворення пилу.

Пристрій ЕВС є необхідним обладнанням для служб, яким потрібен інструмент для швидкого усунення всіх перешкод під час порятунку людських життів матеріальних цінностей після стихійних лих (землетрус, пожежа, повінь), дорожніх залізничних аварій, а також після численних ракетних обстрілів, що супроводжуються руйнуванням будівель та мостів.

Разом з тим, фахівцями Інституту схвалено рішення, що для проведення аварійно-рятувальних та відновлювальних робіт необхідно укомплектувати такими апаратами відповідні підрозділи ДСНС України. Використовувати апарат ЕВС з дотриманням правил безпеки праці, настанов з експлуатації та відповідних засобів індивідуального захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. ред. В. Пшеничний. Київ, 2006. С. 122–167.
2. Сучасності до знань і вмінь працівників особового складу ДСНС України. Охорона праці: освіта і практика проблеми та перспективи розвитку охорони праці. 2018. № 7. С. 162–177.
3. Naslovna | EBC technology d.o.o. EBC Technology 2020. URL: <https://www.ebctechnology.com/> (дата звернення: 29.01.2023)
4. Sergienko O. Personal qualities of rescuers having professional estrangement. Ukrainian psychological journal. 2019. № 1 (11). С. 176–190. URL: [https://doi.org/10.17721/upj.2019.1\(11\).13](https://doi.org/10.17721/upj.2019.1(11).13) (дата звернення: 29.01.2023)

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДЙОМУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОГО
ПРЕДМЕТУ З ГЛИБИНИ***Соловійов І.І.¹,**Стрілець В.М.², д.т.н., професор**¹ГУ ДСНС України у Херсонській області,**²Національний університет цивільного захисту України*

Як в нашій країні, так і за кордоном накопичено величезний досвід щодо попередження та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, які пов'язані із розмінуванням вибухонебезпечних предметів на суходолі. В той же час питання підвищення ефективності розвідки та розмінування водного середовища, особливо з урахуванням війни з росією вимагають свого покращення, оскільки кількість вибухонебезпечних предметів, які забруднюють мирні акваторії, суттєво збільшується, прикладом чого є акваторія між Антонівськими мостами в Херсоні.

В доповіді показано, що важливою та нерозв'язаною частиною проблеми є відсутність науково-методичного апарату обґрунтування пропозицій щодо підготовки особового складу ДСНС України до підводного розмінування за результатами аналізу багатофакторних імітаційних моделей [1]. Особливо це стосується питанням попередньої оцінки того, наскільки ефективним буде проведення оперативної роботи за допомогою нових технічних засобів

Відмічено – підводне розмінування спеціалізованим підрозділом уявляє собою процес функціонування системи «надзвичайна ситуація, що пов'язана із підводним розташуванням вибухонебезпечного предмету – спеціальні засоби підводного розмінування – водолаз-сапер». З урахуванням цього були виділені такі значимі фактори, які характеризують процес підводного розмінування як системи: X_1 – рівень підготовленості водолаза-сапера; X_2 – умови, в яких працює особовий склад; X_3 – рівень оснащення.

Аналіз відібраних факторів та результати експериментальних досліджень показують, що рівень x_1 підготовленості водолазів-саперів впливає на час підводного розмінування нелінійно. Так, підвищення рівня практичної виучки особового складу буде сильніше впливати на час підводного розмінування при переході від початкового рівня підготовленості (нормована оцінка $x_1=-1$) до фахового (нормована оцінка $x_1=0$), ніж від фахового до високофахового (нормована оцінка $x_1=+1$). Останній відповідає рівню водолазів-саперів, які мають 1 клас або є Майстрами своєї справи.

Аналогічно розглядалися три рівні умов, в яких проводиться підводне розмінування. Гарним (нормована оцінка $x_2=+1$) відповідають гарна видимість, відсутність течії та глибина до 3 метрів. Звичайним (нормована оцінка $x_2=0$) – обмежена видимість на відстані більше 3 м, незначна течія та глибина від 3 м до 6 м, а поганим (нормована оцінка $x_2=-1$) – обмежена видимість на відстані менше 3 м, значна течія та глибина більше 6 м.

Стосовно рівня оснащення в нашому випадку на сьогоднішній день можна говорити про два рівні: використання сухого (нормована оцінка $x_3=-1$) та мокрого (нормована оцінка $x_3=+1$) гідрокостюмів.

У відповідності до [2] було отримано математичні моделі в натуральних перемінних підйому водолазами-саперами ДСНС України з глибини без

$$t_{\text{підйом}} = 617 - 80 \cdot x_1 - 147 \cdot x_2 - 29 \cdot x_3 + 30 \cdot x_1^2 + 36 \cdot x_2^2 - 20 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad [c] \quad (1)$$

та із застосуванням спеціально створеного (рис.1) спеціалізованого пристрою (так званого «кошика»)

$$t_{\text{підйом}} = 454 - 71 \cdot x_1 - 63 \cdot x_2 - 21 \cdot x_3 + 22 \cdot x_1^2 + 20 \cdot x_2^2 - 15 \cdot x_1 \cdot x_2. \quad [c] \quad (2)$$

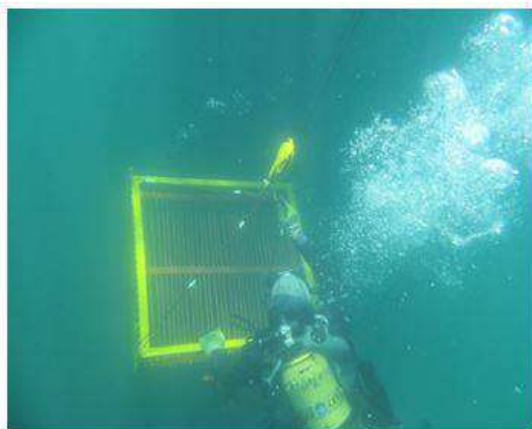


Рис. 1. Використання спеціалізованого приладу.

Аналіз отриманих результатів показує, що час підйому вибухонебезпечного предмету з глибини скорочується суттєво (від однієї хвилини за найкращого поєднання обраних для розгляду факторів до чотирьох з половиною хвилин – за найгіршого).

Крім цього, необхідно звернути увагу на те, що застосування нових технічних засобів суттєво (з рівнем значимості $\alpha=0,05$) підвищуються вимоги до рівня підготовленості водолазів-саперів. При цьому зовнішні умови впливають значно менше.

У якості висновків в доповіді підкреслена необхідність подальших досліджень в галузі підводного гуманітарного розмінування водолазами-саперами ДСНС України, де доцільно особливу увагу звернути на питання визначення особливостей застосування сучасних технічних засобів для пошуку вибухонебезпечних предметів, а також питання спеціалізованої підготовки особового складу до роботи на глибині в регенеративних дихальних апаратах

ЛІТЕРАТУРА

1. Soloviev I. Mathematical model of underwater demining by dipper divers of the SESU: Municipal Economy of Cities. 6(166). 2021. P. 175–183. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5887/5806>
2. Соловійов І., Стрілець В., Бляшенко О., Серватюк В., Пруський А. Методика обґрунтування оперативно-технічних рекомендацій щодо скорочення часу підводного розмінування водолазами-сперами Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2(14). 2022. С. 108–121. URL: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2\(14\).108-121](https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2(14).108-121)

**АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ,
ПОВ'ЯЗАНИХ З ПІДВОДНИМ РОЗТАШУВАННЯМ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ
ПРЕДМЕТІВ, В ПРОВІДНИХ КРАЇНАХ СВІТУ**

Соловійов І.І.¹,

Стрілець В.М.², д.т.н., професор

¹ГУ ДСНС України у Херсонській області,

²Національний університет цивільного захисту України

В доповіді відмічено, що має місце прогноз зростання глобальної економічної активності більш ніж на 100 відсотків у період з 2010 по 2030 рік. На той час у морській галузі буде зайнято понад 40 мільйонів людей. Визнаючи цей потенціал, Європейський Союз (ЄС) розробив стратегію «блакитного зростання», яка спрямована на отримання очікуваних економічних вигод. В той же час, тоді як технологічні досягнення дозволяють ширше використовувати морські ресурси, нещодавно отриманий доступ до невикористаних можливостей змушує прибережні держави одночасно стикатися з проблемою вибухонебезпечних пережитків війни та бойових отруйних речовин у морі. Свідченням цього є те, що починаючи з Першої світової війни та продовжуючи на протязі Другої світової та після неї кілька світових держав скинули як хімічну, так і звичайну зброю в океани по всьому світу.

Аналіз особливостей ліквідації підводних боєприпасів в країнах Європи показав, що приблизно 175000 мін було закладено в Балтійському морі під час світових війн. На цей час в Балтійському морі існує близько 1985 мінних полів та ще 4400 – у Північному морі. При цьому остається небезпека і для цивільних об'єктів Балтійських країн. Так, у листопаді 2019 р. у польському місті Свіноуйсьце працівники компанії, яка поглиблювала фарватер за маршрутом Щецин-Свіноуйсьце, виявили британську 900-кілограмову (425 кг вибухової речовини) авіаційну морську міну типу Mk VI часів Другої світової війни. Міна була піднята з дна та нейтралізована на морському полігоні. Також у Польщі 13 жовтня 2020 р. була знешкоджена авіаційну сейсмічну бомбу «Tallboy» (вага 5400 кг, з яких 2400 кг вага самої вибухівки) – найбільший вибухонебезпечний предмет, який коли-небудь падав на територію країни. Небезпечними для Польщі є й підводні захоронення небезпечних токсичних матеріалів часів Другої світової війни.

В країнах Балтійського регіону за проведення операцій, пов'язаних з вилученням або підривом на місці підводних боєприпасів, відповідають спеціалізовані підрозділи відповідних Військово-морських сил. Координацію зусиль та забезпечення єдиних підходів здійснює Балтійська рада з безпеки боєприпасів (BOSB). Проте вони них не розглядають особливості використання існуючих технічних засобів розмінування, а вони в кожній країні мають свої технічні характеристики.

Країною, яка має найбільш потужні підрозділи з підводного розмінування в Європі є Сполучене Королівство. Так, вже більше ніж 170 років тому Корпус Королівських інженерів (саперів) почав готувати армійських водолазів. На відміну від військово-морських водолазів, які виконують бойові оперативні операції, дайвери Корпусу, що займаються гуманітарним пошуком та знешкодженням вибухонебезпечних предметів, на цей час працюють тільки в апаратах на стисненому повітрі. На цей час підготовкою до підводного розмінування, у тому разі гуманітарного, займається навчальний полк зі знешкодження вибухонебезпечних боєприпасів і пошуку Королівської військово-інженерної школи, який відповідає, серед іншого, за навчання всіх пошукових операторів з підводного розмінування.

До цього часу проблема підводного розмінування остається актуальною і для Франції, свідченням чого була успішна співпраця між Geomines, G-TEC та JFMAR для виявлення, ідентифікації та знищення боєприпасів, що не розірвалися, на морській вітряній електростанції Кальвадос. Окремо можна виділити ECA Group, яка в 2008 році виграла крупний контракт на проведення підводного розмінування. Крім цього, у французькій армії також є водолази-сапери, які займаються підводним розмінуванням, у тому разі в прісноводному середовищі *plongeurs de combat du génie*. Поряд з вмінням підривати та знешкоджувати вибухівку, вони також обстежують береги річок та місця можливих переправ. В Італії, як і у Франції, гуманітарне підводне розмінування здійснюють комерційні організації, які мають відповідні повноваження та дозволи від своїх Міністерств оборони. Стосовно Італії також необхідно відмітити, що саме в цій країні водолази-сапери першими перейшли на використання легководолазного спорядження (здебільшого аквалангів) замість стаціонарних водолазних костюмів та апаратів Девіса.

Необхідність протидії морським мінам була незмінною ціллю США з перших днів Республіки. Хоча на самій території США підводні боєприпаси Другої світової війни торкнулись тільки узбережжя Аляски та Гавайського узбережжя, де планують залишити боєприпаси часів Другої світової війни, які не розірвалися, на місці біля берегів Мауї доти, доки не буде розроблено варіант безвибухового видалення. В цьому випадку прийнято рішення використовувати «3Rs of Explosives Safety», який полягає у тому, щоб розпізнавати, відступати та повідомляти про підводні вибухові речовини посадовцям з надзвичайних ситуацій, які взаємодіють з фахівцями з підводного розмінування ВМС США, що вважаються найбільш фаховими у всьому світі по знешкодженню всіх типів боєприпасів, включаючи саморобні. Вони здійснюють їх наземну і підводну локалізацію, ідентифікацію, знешкодження і підриви, у разі необхідності. В своїй діяльності вони не тільки інтегруються з різними бойовими підрозділами ВМФ, Корпусу морської піхоти, ВВС і Армії, але й різноманітними громадськими організаціями, а також секретними службами. В результаті цього в США була розроблена Програма гуманітарного розмінування, метою якої надання допомоги цивільному населенню країн-партнерів, яке страждає від вибухонебезпечних пережитків війн шляхом наземного та підводного розмінування. Там визначено, що управління глобальними програмами та навчання всіма силами США здійснюється Агентством зі співробітництва у сфері оборони та безпеки (DSCA), як частини Міністерства оборони США, в той час як кожне з бойових команд (CCMD) розробляє та виконує регіональні програми.

Таким чином, якщо до недавнього часу ексклюзивним досвідом у знищенні підводних вибухонебезпечних предметів володіли національні збройні сили, то сьогодні ці небезпеки разом з ними усувають різні типи (комерційні компанії, неурядові організації, команди центральних та місцевих органів влади тощо) організацій, які вимагають коригування своєї діяльності в додаток до тих навичок, які їм надають під час первинного навчання спеціалізовані підрозділи військово-морського флоту.

ЗБІЛЬШЕННЯ ЧАСУ РОЗМІНУВАННЯ РАДІАЦІЙНО-ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА РАХУНОК ПРАВИЛЬНО ПІДБРАНИХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ШКІРИ

Степанчук С.О.

Національний університет цивільного захисту України

Під час виконання завдань за призначення піротехніками Державної служби України з надзвичайних ситуацій може виникнути необхідність в обстеженні території на вибухонебезпечні предмети (далі – ВВП) на радіаційно-забруднених територіях.

Прикладом проведення таких робіт може служити обстеження території на ВВП в Чорнобильській зоні відчуження та зоні безумовного (обов'язково) відселення внаслідок залишків ВВП часів Другої світової війни та вторгнення збройних сил Російської Федерації, яке розпочалося 24 лютого 2022 року. Також необхідність у проведенні таких робіт може виникнути внаслідок аварій на атомних електростанціях з викидом радіоактивних речовин або ж при застосуванні ядерної зброї.

На даний час СОП 10.10/40-ДСНС «Заходи безпеки під час розмінування» (далі – СОП 10.10/40-ДСНС) не регламентує заходи безпеки під час проведення робіт з обстеження території на ВВП під час роботи на радіаційно-забруднених територіях, тому приходиться користуватися в тому числі великою кількістю інших нормативно-правових актів України.

СОП 10.10-40/ДСНС реалізує фундаментальні принципи протимінної діяльності, якими є зменшення ризику та забезпечення безпечних умов праці, що сприяє збереженню життя, здоров'я, працездатності людини і дозволяє органам та підрозділам цивільного захисту ефективно проводити розмінування території держави.

Згідно СОП 10.10-40/ДСНС особовий склад піротехнічних підрозділів під час проведення робіт з розмінування повинен працювати в захисному одязі, мінімальний комплект якого складається з бронезилета та шолома відповідного класу захисту (рис.1). Даний захисний одяг передбачає захист від вибухів боєприпасів, тобто, в основному від осколкової та фугасної дії боєприпасів.



Рис. 1. Мінімальний комплект захисту згідно СОП 10.10-40 ДСНС.

Проте, під час проведення робіт з розмінування на радіаційно-забруднених територіях на особовий склад, що бере участь у роботах, діє також іонізуюче

випромінювання у виді гамма-опромінення та небезпеки попадання в організм людини радіонуклідів, а також продуктів їх розпаду у вигляді альфа- та бета часток.

Захист особового складу від радіаційних небезпек регламентується Постановою головного державного санітарного лікаря України №62 від 01.12.1997 року «Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)»» (далі – НРБУ-97).

Виходячи з вище вказаного, під час проведення робіт з розмінування на радіаційно-забрудненій території потрібно поєднати захист від осколкової та фугасної дії боєприпасів, а також захистити особовий склад від іонізуючого випромінювання у виді гамма-опромінення та небезпеки попадання в організм людини радіоактивних часток.

На даний момент основними засобами захисту органів шкіри, які використовуються для захисту особового складу підрозділів ДСНС України від радіаційного забруднення є комплект Л-1 та загальновійськовий захисний комплект ЗЗК. Згідно наказу МВС України від 20.11.2015 року №1470 «Про затвердження Нормативів виконання навчальних вправ з підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту та працівників Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України до виконання завдань за призначенням» навчальна вправа з надягання спеціального захисного одягу та протигазу комплекту Л-1 на оцінку «відмінно» становить 4 хв, а загальновійськового захисного комплекту у вигляді комбінезону на відкритій місцевості становить 4 хв 35 с.

Згідно проведених практичних відпрацювань з надягання захисного костюму Tychem 6000 F у вигляді захисного комбінезону (рис. 2), який не поступається захисними характеристиками комплекту Л-1 та загальновійському захисному комплекту ЗЗК, було досліджено, що час його надягання становить близько 1 хв 15 с.



Рис. 2. Захисний костюм Tychem 6000 F.

Таким чином, якщо прийняти, що час надягання та час роздягання вище вказаних комплектів захисного одягу є рівним, то під час одного циклу надягання/роздягання костюму Tychem 6000 F у порівнянні з комплектом Л-1 зекономлений час буде рівним 5 хв 30 с, а у порівнянні з загальновійськовим захисним комплектом ЗЗК – 6 хв 40с. Один робочий цикл роботи піротехніків ДСНС України під час розмінування територій згідно СОП 10.10-40/ДСНС становить 45 хв, включаючи час надягання та знімання захисного одягу.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Толкунов І.О., к.т.н., доцент,

Іванець Г.В., к.т.н., доцент,

Попов І.І., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Одними із найбільших і страшних лих для людства на протязі всієї історії його існування завжди були війни. Вони супроводжується значними матеріальними та людськими втратами, сприяли поширенню інших лих, гальмували розвиток людства і взагалі ставили серйозні питання про можливість подальшого виживання людей на планеті Земля. З кожним роком сила зброї становиться більш потужною, а наслідки її використання все жахливішими [1]. Внаслідок збройної агресії російської федерації і терористичного характеру ведення бойових дій на території України залишилася велика кількість вибухонебезпечних предметів (ВНП), які з тих чи інших причин не вибухнули. Це створює реальні серйозні загрози для нормальної життєдіяльності населення. У післявоєнний час нагальною проблемою для держави і її національної безпеки буде виявлення, знешкодження та знищення ВНП на звільнених територіях.

При цьому необхідний обґрунтований підхід щодо матеріально-технічного забезпечення робіт, підготовки фахівців різного призначення, оцінки термінів проведення робіт. Виходячи з цього, виникає актуальна науково-практична проблема в сфері цивільного захисту, яка полягає розробці математичної моделі щодо очищення від ВНП території бойових дій та забезпечення безпеки життєдіяльності населення.

Перше та дуже важливе завдання, яке виникає в ході очищення від ВНП імовірно небезпечних територій, площею S_{INT} – це нетехнічне та технічне обстеження цих територій [2,3], що, за результатами отримання непрямих та прямих доказів, дає можливість розподілити загальну площу на дві категорії – підтверджено небезпечні території площею S_{PNT} , забруднені ВНП, та виключені або зменшені території площею $S_{V(3)T}$, на яких гарантовано відсутні ВНП (рис. 1).

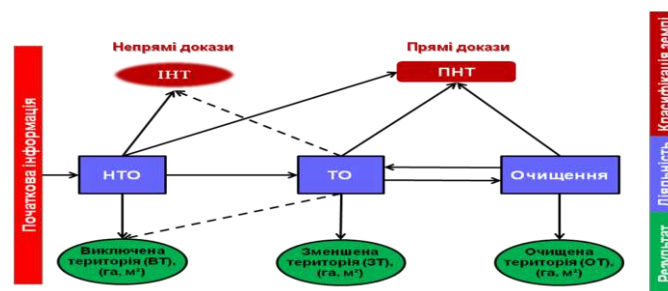


Рис. 1. Функціональна модель, яка описує процеси обстеження та очищення (розмінування) територій, забруднених ВНП.

Другим завданням для вирішення проблеми забезпечення безпеки життєдіяльності на територіях, забруднених ВНП – є проведення очищення (розмінування) місцевості від ВНП [4].

Для виконання цих завдань у задані (визначені) терміни необхідно визначити кількість персоналу, а також техніки для оснащення груп, які проводитимуть обстеження та очищення (розмінування) забруднених територій.

За результатами проведених досліджень та відповідних розрахунків було запропоновано математичну модель щодо очищення від вибухонебезпечних предметів

територій бойових дій та забезпечення безпеки життєдіяльності населення на них, яка дозволяє оцінити термін вирішення цієї проблеми та загальну кількість особового складу і необхідну загальну кількість технічного оснащення для виконання поставлених (визначених) завдань.

З урахуванням працездатності підрозділів щодо проведення робіт з обстеження та очищення (розмінування) забруднених ВВП територій, загальний термін вирішення проблеми забезпечення безпеки життєдіяльності населення на цих територіях, буде складати:

$$T_{ЗАГ} = t_{обст} + t_{очищ} = \frac{S_{ИИТ}}{n \cdot S_{ИИТ0}} + t_1 + \frac{S_{ИИТ}}{k \cdot S_{ИИТ0}} + t_2, \quad (1)$$

де $T_{ЗАГ}$ – загальний термін вирішення проблеми забезпечення безпеки життєдіяльності населення на територіях, забруднених ВВП, год. (днів, років); $t_{обст}$ – термін обстеження визначеної території $S_{ИИТ}$, год. (днів, років); $t_{очищ}$ – термін очищення визначеної території $S_{ИИТ}$, год. (днів, років); $S_{ИИТ}$ – площа імовірно небезпечної території, яка підлягає обстеженню, км²; n – кількість груп обстеження; $S_{ИИТ0}$ – площа територія, яку здатна обстежити одна група обстеження; t_1 або t_2 – кількість неробочих або несприятливих для виконання робіт днів на протязі терміну обстеження або очищення визначеної території, відповідно; $S_{ИИТ}$ – площа підтверджено небезпечної території, яка підлягає очищенню, км²; k – кількість піротехнічних груп; $S_{ИИТ0}$ – площа території, яку здатна очистити одна піротехнічна група за день, км².

Загальна кількість особового складу, яка буде задіяна для вирішення завдань щодо обстеження та очищення територій буде складати:

$$N_{ЗАГ} = N_{обст} + N_{очищ} = I, I \cdot \left(n \cdot \sum_{i=1}^l n_{ni} + k \cdot \sum_{j=1}^r n_{kj} \right), \quad (2)$$

де $N_{ЗАГ}$ – загальна кількість особового складу задіяна для виконання робіт, чол.; $N_{обст}$ – кількість особового складу, задіяного для обстеження територій, чол.; $N_{очищ}$ – кількість особового складу, задіяного для очищення територій, чол.; I, I – коефіцієнт, який враховує резервну кількість спеціалістів, визначається на основі досвіду експертним шляхом і складає близько 10 % від необхідної кількості задіяного особового складу для виконання робіт; n_{ni} – кількість спеціалістів i -го фаху в одній групі обстеження, чол.; l – кількість типів спеціалістів в одній групі обстеження; n_{kj} – кількість спеціалістів j -го фаху в одній піротехнічній групі, чол.; r – кількість типів спеціалістів в одній піротехнічній групі.

Загальна кількість технічного оснащення для вирішення завдань щодо обстеження та очищення територій від ВВП буде складати:

$$M_{ЗАГ} = M_{обст} + M_{очищ} = I, I \cdot \left(n \cdot \sum_{i=1}^q m_{ni} + k \cdot \sum_{j=1}^g m_{kj} \right), \quad (3)$$

де $M_{ЗАГ}$ – загальна кількість техніки, задіяної для виконання робіт, од.; $M_{обст}$ – кількість техніки, задіяної для обстеження територій, од.; $M_{очищ}$ – кількість техніки, задіяної для очищення територій, од.; I, I – коефіцієнт, який враховує резервну кількість техніки, визначається на основі досвіду експертним шляхом і складає близько 10% від необхідної кількості задіяної техніки для виконання робіт; m_{ni} – кількість техніки i -го типу в одній групі обстеження, од.; q – кількість типів техніки в одній групі

обстеження; m_{kj} – кількість техніки j -го типу в одній піротехнічній групі, од.; g – кількість типів техніки в одній піротехнічній групі.

Висновки. Таким чином, за результатами дослідження запропонована математична модель щодо обстеження та очищення від ВНП територій, на яких відбувалися бойові дії та забезпечення безпеки життєдіяльності населення на них, яка дозволяє оцінити термін вирішення цієї проблеми та оцінити загальну кількість особового складу та необхідну загальну кількість технічного оснащення для виконання поставлених завдань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mine Action Guide. Ed. 2nd. Geneva: GICHD, 2005.
2. СОП 08.10/ДСНС. Порядок проведення органами та підрозділами ЦЗ нетехнічного обстеження територій, імовірно забруднених ВНП.
3. СОП 08.20/ДСНС. Порядок проведення органами та підрозділами ЦЗ технічного обстеження територій, імовірно забруднених ВНП.
4. СОП 09.10/ДСНС. Порядок проведення органами та підрозділами цивільного захисту очищення (розмінування) територій, забруднених ВНП, ручним способом.

ВПЛИВ КЛАСТЕРНОЇ ПРИРОДИ РЕЧОВИНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАСІННЯ ГОРЮЧИХ РІДИН*Трегубов Д.Г.¹, к.т.н.,**Дадашов І.Ф.², д.т.н.,**Нуянзін В.М.³, к.т.н.,**Христинч О.В.¹, к.т.н., доцент**¹Національний університет цивільного захисту України,**²Академія Міністерства з надзвичайних ситуацій Азербайджанської Республіки,**³Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У сучасних дослідженнях, присвячених сповільненню випаровування аварійних розливів рідини, переважає однобічний підхід з акцентом або на ізолюючу, або на охолоджуючу дію певного засобу. Але бажано докладніше розглянути внески та баланс цих процесів в ефекті зменшення концентрації пари. Це допоможе у розробці заходів для свідомого керування розмірами зони загазованості. У даній роботі зосереджено увагу на перспективних засобах гальмування випаровування рідин: піноскло та неорганічні гелі [1].

Для пін параметром гальмування випаровування є їх ізолююча здатність за вогнегасним шаром піни, визначають також й зміну інтенсивності випаровування. За формулою Стефана інтенсивність випаровування оберненопропорційна відстані від рівня рідини до краю борту резервуару [2]. У якості інтенсивності випаровування рідин за температури кипіння t_{bp} можна використовувати параметр «масова швидкість вигорання» $v_{m(b)}$, як граничний випадок «масової швидкості випаровування» $v_{m(e)}$. За стандартних умов $v_{m(e)}$ бензину є на два порядки меншою за $v_{m(b)}$. Відмінність між цими параметрами полягає у наявності теплового потоку від полум'я до поверхні рідини. На інтенсивність випаровування навіть в одному гомологічному ряду впливає явище «парних-непарних» молекул за кількістю атомів карбону у ланцюзі вуглеводню, що пов'язано з особливостями кластероутворення. Наприклад, зигзагоподібна залежність спостерігається для $v_{m(b)}$ в гомологічних рядах алканів та спиртів [3].

Вплив температури досліду на процес гальмування випаровування гелем виявився неоднозначним. Очікувалось, що для $t=15\text{ }^\circ\text{C}$ коефіцієнти гальмування випаровування протягом години K_1 та доби K_{24} будуть більшими ніж для $t=20\text{--}25\text{ }^\circ\text{C}$. Але таку залежність помічено не для всіх рідин, оскільки можливі не однакові зміни у їх надмолекулярній будові за зміни температури. Хоча t_{bp} обраних рідин приблизно однакові (бензен – $80,1\text{ }^\circ\text{C}$, ізопропанол – $83,5\text{ }^\circ\text{C}$, 1,2-дихлоретан – $82,3\text{ }^\circ\text{C}$.), в них сильно температури плавлення t_{mp} . Це свідчить про різний коефіцієнт кластеризації, пов'язаний з еквівалентною довжиною кластеру $n_{Секв}$, показником «легкість плавлення» $n_M = n_{Секв} M^{0,2}$, $t_{mp} = 101,85 \ln(n_M) - 452,37\text{ }^\circ\text{C}$ [4]. Будова холодного бензену оцінена як гексамер, 1,2-дихлоретану – як тетрамер.

Комбінація охолоджуючих та ізолюючих властивостей вогнегасного засобу визначає ефективність застосування засобів гасіння пожеж рідин та зменшення зони загазованості, що повинно проявлятися у зменшенні $v_{m(e)}$ або $v_{m(b)}$. Можна порівняти зміну $v_{m(b)}$ для неполярної і полярної рідин за збільшення шару піноскла ПС $h_{ПС}$ (н-октан, н-декан, н-додекан порівняно з гептанолу-1). Н-додекан та гептанол-1 мають близькі температури спалаху t_{fp} : 77 та $74\text{ }^\circ\text{C}$; але різні t_{bp} : 216 та $176\text{ }^\circ\text{C}$, а також молярні маси M – 170 та 116 г/моль ; н-декан має близьку до гептанолу-1 $t_{bp}=174\text{ }^\circ\text{C}$, але меншу $t_{fp}=47\text{ }^\circ\text{C}$ та більшу $M=142\text{ г/моль}$; н-октан має близьку до гептанолу-1 $M=114\text{ г/моль}$, але менші

$t_{fp}=14$ °C та t_{bp} 126 °C. Додаткова дія ПС полягає в екрануванні поверхні рідини від прогріву випромінюванням полум'я. Виявилось, що близькість t_{fp} не зближує $h_{ПС}$ для гасіння. Близькість t_{bp} або M зближує залежності $v_{m(b)}(h_{ПС})$. Притоплення сухого піноскла гелем надає додатковий охолоджуючий ефект. Змочування сухого ПС водою збільшує охолоджуючий ефект у 5–6 разів та зменшує $h_{ПС}$ для гасіння на 2–3 см. Тобто, інтенсивність випаровування під час горіння пов'язані з t_{bp} та M ; t_{fp} характеризує момент формування нижньої КМПП, а не інтенсивність випаровування під час вигорання. Хоча t_{fp} є цільовою межею охолодження поверхні. Наближеність чи віддаленість температур рідини від t_{mp} формує різну кількість кластерів даного розміру та інтенсивність випаровування. Для з'ясування переважаючого впливу за умови гасіння шаром FG нами досліджено залежність для h_{FG} від характерних параметрів речовини: M , t_{mp} , t_{bp} , t_{fp} , $\Delta t=t_{bp}-t_{mp}$, $n_{СЕКВ}$; гасили неполярні (н-октан, н-декан, н-додекан) та полярні рідини (метанол, етанол, ізопропанол, н-бутанол, н-пентанол, н-гептанол, н-октанол, етиленгліколь, гліцерин).

Більшу кореляцію отримано для t_{fp} $R^2=0,85$ та для $n_{СЕКВ}$ $R^2=0,98$. Параметр $n_{СЕКВ}$ визначено на підставі t_{mp} за методикою [4]: для більшості речовин – димери, для етанолу та ізопропанолу – тримери, для метанолу та етиленгліколю – тетрамери, для гліцерину – пентамер. Але для рідин з великими t_{bp} отримано менші вогнегасні шари, ніж очікувалося. Це тому, що внаслідок екранування шаром ПС їх поверхня мала температуру меншу за t_{bp} . Водночас для алканів за t_{bp} можна говорити про випаровування у вигляді мономерів. Ці явища було умовно враховано шляхом корекції коефіцієнту кластеризації та відповідної $n_{СЕКВ}$. Прийнято октан та декан як мономери; гептанол, октанол та додекан – як суміш мономерів та димерів, для спиртів від метанолу до пентанолу – за попередньою схемою, для етиленгліколю – тример, для гліцерину – тетрамер. Частка різних надмолекулярних структур може різнитися для конкретних умов гасіння в залежності від температури поверхні рідини.

Таким чином, ефект пожежогасіння за умови нанесення на поверхню горючих рідин шару ПС буде близький для рідин з близькими еквівалентними довжинами кластерів, а не температурами спалаху. Показник еквівалентної довжини кластеру передбачає випаровування частини молекул у вигляді димерів або більших надмолекулярних утворень. Цей ефект збільшується, а вогнегасний шар піноскла зменшується, якщо екранування поверхні рідини піносклом зменшує її температуру значно менше відносно температури кипіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kireev A., Tregubov D., Safronov S., Saveliev D. Study Insulating and Cooling Properties of the Material on the Basis of Crushed Foam Glass and Determination of its Extinguishing Characteristics with the Attitude to Alcohols. Materials Science Forum. 2020. V. 1006. P. 62–69.
2. Bubbico R., Mazzarotta B., Predicting Evaporation Rates from Pools. Chemical engineering transactions. 2016. V. 48. P. 49–54.
3. Трегубов Д. Г., Тарахно О. В., Соколов Д. Л., Трегубова Ф. Д. Ідентифікація кластерної будови вуглеводнів за температурами плавлення. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. № 34. С. 94–109.
4. Трегубов Д. Г., Шаршанов А. Я., Соколов Д. Л., Трегубова Ф. Д. Прогнозування найменших надмолекулярних структур алканів нормальної та ізомерної будови. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 35. С. 63–75. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15915>

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ ПІДРОЗДІЛІВ РІЗНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПРОМОЖНОСТІ

Федоряка О.І.,

Кустов М.В., д.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Забезпечення належного рівня безпеки населення в межах певної локальної території забезпечується відповідним розміщенням різних підрозділів оперативних служб. Однак на сьогодні ще відсутні методи врахування більшості значущих параметрів при територіальному розміщенні пожежно-рятувальних підрозділів різної функціональної спроможності.

Програмна реалізація методу просторового розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності побудована в програмному просторі DELPHI з використанням геоінформаційних систем (GIS). Архітектура геоінформаційної системи управління пожежними підрозділами використовує стандартні розширення для SQL серверів та включає в себе що найменш 9 шарів, деякі з яких мають інтерактивні зв'язки із додатковими базами даних.

Метод територіального розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності базується на моделях просторового геометричного моделювання. Цільовою функцією такої задачі є мінімізація кількості пожежних підрозділів із забезпеченням можливості прибуття пожежних підрозділів у такій кількості, щоб реалізувати успішне гасіння пожежі на об'єкті. Додатковими умовами розв'язання задачі територіального розміщення пожежних підрозділів є мінімізація областей перекриття районів їх виїзду та поетапність нарощування сил та засобів на гасіння пожежі. Розв'язання задачі комбінаторної оптимізації реалізується за допомогою дерева рішень з використанням способів та алгоритмів автоматизованого розв'язання.

З метою перевірки достовірності математичної моделі просторового розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності на локальних територіях різної щільності населення та промислово-технічного навантаження розроблено автоматизований програмний комплекс Fire Emergency Department Direction (FEDDIR) (рис. 1).

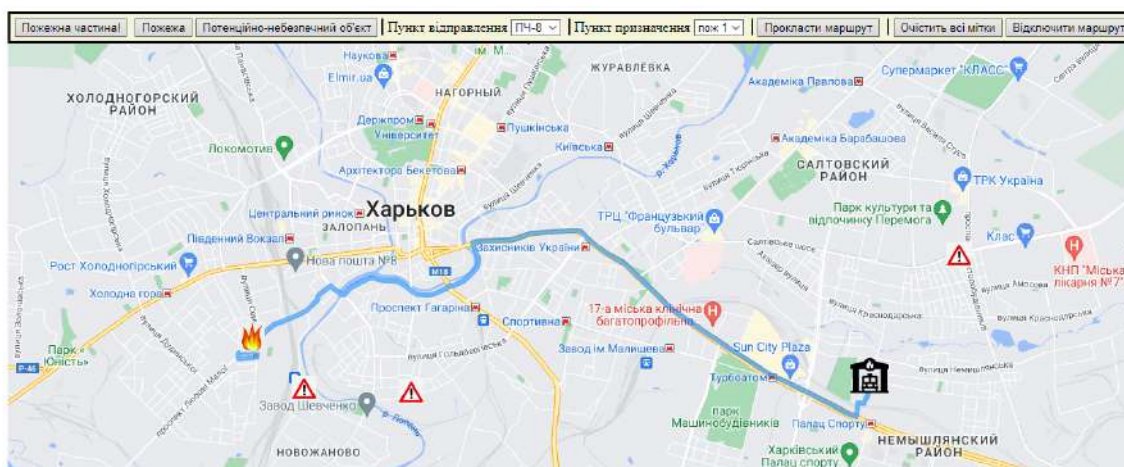


Рис. 1. Інтерфейс програми FEDDIR.

Автоматизований програмний комплекс FEDDIR побудовано на базі інтерактивної мапи місцевості, що дозволяє автоматично будувати маршрути руху між точками та визначати середній час прямування до пункту призначення. В програму FEDDIR інтегровано алгоритм розв'язання моделі територіального розміщення пожежних підрозділів. Пошарова архітектура побудови FEDDIR дозволяє інтегрувати додаткові шари напруженості транспортного трафіку по шляхам, що дозволяє корегувати маршрути руху шляхом мінімізації часу прямування. Для автоматизації роботи у програмний комплекс вноситься база розміщення пожежних підрозділів, потенційно-небезпечних об'єктів із описом основних параметрів цих об'єктів. Оператор програми також має змогу оперативно вводити розміщення пожеж, що виникли (рис. 2).

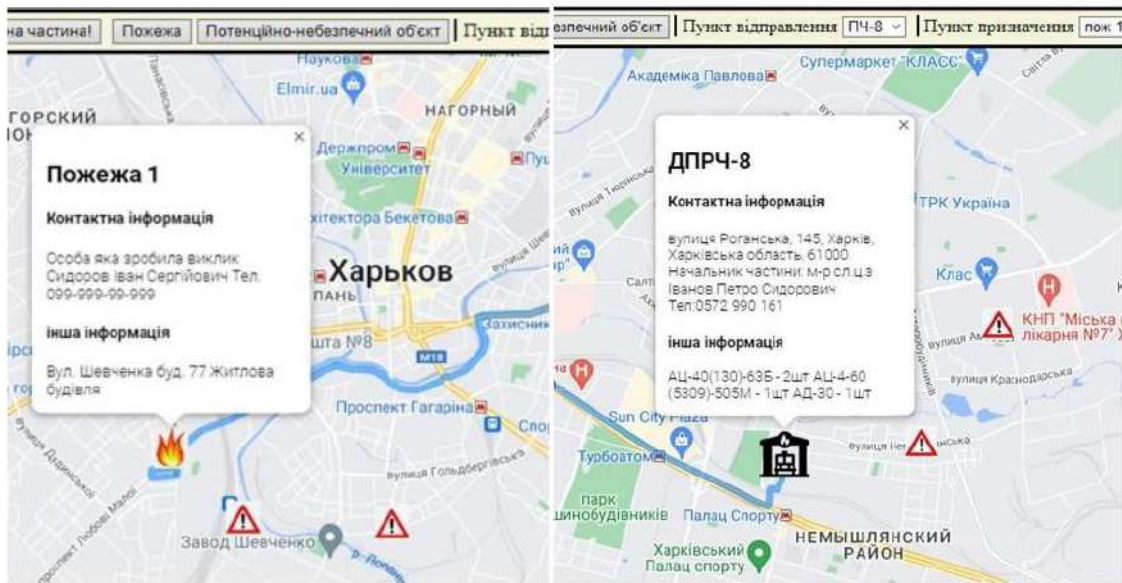


Рис. 2. Приклади інтерактивних позначок у програмі FEDDIR.

Рис. 2 показує, що в якості додаткової інформації надається адреса пожежі, тип забудови та данні особи, що зробила виклик. Перелік наявної в пожежній частині аварійно-рятувальної техніки допомагає керівнику гасіння пожежі правильно оцінити потенційні можливості найближчих підрозділів на випадок ускладнення ситуації.

Отже, автоматизований програмний комплекс Fire Emergency Department Direction для перевірки достовірності математичної моделі просторового розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності на локальних територіях з різними соціально-техногенними властивостями та працездатності методу на її основі дозволяє спростити процес оптимізації територіального розміщення пожежних підрозділів та вибору оптимального шляху руху до місця пожежі. Розрахунки свідчать, що дана математична модель дозволяє оптимізувати місце розташування декількох пожежних підрозділів відносно потенційно-небезпечних об'єктів за часом прямування до місця пожежі в якості визначального критерію.

Розроблений програмний комплекс на основі математичної моделі просторового розміщення пожежних підрозділів може використовуватись керівниками гасіння пожежі для автоматизації управління пожежними підрозділами та задіяння додаткових ресурсів.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЙМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ТИПОВОГО ФРАГМЕНТУ ВІДОМЧОЇ ЦИФРОВОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Фещенко А.Б., к.т.н., доцент,

Загора О.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Підвищення оперативності та якості прийняття рішень при організації ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, аварій, катастроф, стихійного лиха, гасіння пожеж, рятування людей у підрозділах ДСНС України обумовлює використання відомчої цифрової телекомунікаційної мережі (ВЦТМ) ДСНС при оперативно-диспетчерському управлінні силами та засобами ДСНС України. Надійність роботи вузлів та каналів зв'язку ВЦТМ ДСНС визначається імовірністю безвідмовної роботи та коефіцієнтом готовності, які залежить від інтенсивності відмов та обраної структури типових фрагментів ВЦТМ.

Графоаналітична структура типового фрагменту Відомчої цифрової телекомунікаційної мережі ДСНС (ВЦТМ) забезпечує передачу даних від центрального вузла ВЦТМ ДСНС (основний, резервний) через окремих вузол 1-го рівня (регіонального рівня) до відповідного окремого вузла 2-го рівня (районного рівня) без урахування резервування вузлів та каналів зв'язку, що наведено на Рис. 1, де буквами позначені вузли графу c , a , b та канали передачі даних k_{ca} , k_{ab} фрагменту ВЦТМ, які пронумеровані цифрами 1, 2, 3, 4, 5 [1]. Кожному елементу графу на Рис. 1 вповідають певні ймовірності безвідмовної роботи $p_c(t)$ – центрального вузла, $p_a(t)$ – вузла 1-го рівня (регіонального рівня), $p_b(t)$ – вузла 2-го рівня (районного рівня) та відповідних каналів зв'язку $P_{c,a}(t)$ і $P_{a,b}(t)$.

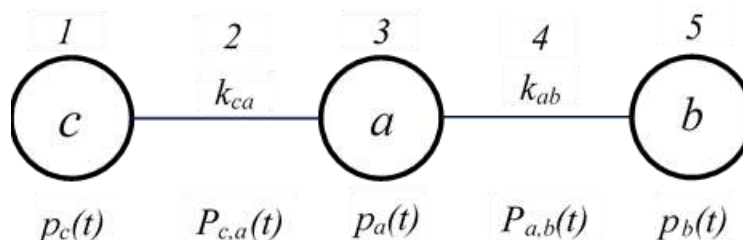


Рис. 1. Структурна схема надійності типового фрагменту ВЦТМ без резервування.

Під $P_{c,a,b}$ розуміють імовірність події $E_{c,a,b}$ застати в довільний момент часу між c , a , і b у справному стані хоча б один шлях передачі інформації.

Виходячи зі структури типового фрагменту ВЦТМ рис. 1, при обліку надійності вершин c , a і b проведемо обчислення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ $P_{c,a,b}^{\oplus}$ триполусної мережі за формулою:

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p_c \cdot P_{c,a} \cdot p_a \cdot P_{a,b} \cdot p_b \quad (1)$$

де p_c , p_a і p_b - імовірності справного стану (коефіцієнти готовності) вузлів ВЦТМ c , a , і b ;

$P_{c,a}, P_{a,b}$ – ймовірності безвідмовної роботи каналів зв'язку типового фрагменту ВЦТМ.

Структурна ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту відомчої цифрової телекомунікаційної мережі (ВЦТМ) $P_{c,a,b}^{\oplus}$ для триполюсної структури мережі визначається за формулою [1]:

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p_c \cdot P_{c,a} \cdot p_a \cdot P_{a,b} \cdot p_b \quad (2)$$

де p_c, p_a і p_b – ймовірності справного стану (коефіцієнти готовності) вузлів ВЦТМ $c, a, i b$;

$P_{c,a}, P_{a,b}$ – ймовірності безвідмовної роботи каналів зв'язку типового фрагменту ВЦТМ.

Потрібна надійність рівнонадійних елементів (вузлів та каналів зв'язку) ВЦТМ типового фрагменту ВЦТМ складає $p_c = P_{c,a} = p_a = P_{a,b} = p_b = p$ тоді згідно з (1)

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p^5.$$

Значення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ відповідає умові $P_{c,a}^{\oplus} \geq 0,995$, це означає, що ймовірності безвідмовної роботи кожного елемента типового фрагменту ВЦТМ повинні досягати величини $p = \sqrt[5]{P_{c,a}^{\oplus}} = \sqrt[5]{0,995} = 0,999$. Для забезпечення потрібної надійності типового фрагменту ВЦТМ і одночасному зменшенні вимог до надійності елементів, доцільно застосовувати роздільне резервування з кратністю резервування $m_{роз} = 2$. Тоді оцінимо надійність елемента p , наприклад, при $m_{роз} = 2$

$$p = 1 - 10^{\frac{\lg\left(1 - (P_{роз})^{1/N}\right)}{m_{роз}}} \quad (3)$$

При проведенні оціночного розрахунку за формулою (3) при $P_{роз}=0,995$, $N=5$ $m_{роз} = 2$ потрібна надійність окремого елемента ВЦТМ дорівнює $p=0,9684$.

Таким чином, ВЦТМ ДСНС можливо розглядати як сукупність типових фрагментів. При вимогах до значення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ не менш за 0,995, обґрунтовані потрібні значення ймовірностей безвідмовної роботи кожного елемента типового фрагменту ВЦТМ, яке повинне досягати величини 0,9999, що пред'являє дуже жорсткі вимоги до надійності елементів типового фрагменту ВЦТМ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Феценко А. Б., Загора А. В., Борисова Л. В. Розробка імовірнісної моделі типового фрагмента відомчої цифрової телекомунікаційної мережі ДСНС. Problems of Emergency Situations: Scientific Journal. X.: НУЦЗУ, 2021. № 1(33). Р. 222–233. DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-33-17>. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/13957>

**THERMAL-ELECTRIC SOLAR INSTALLATION FOR ENERGY SUPPLY
IN CONDITIONS OF INFRASTRUCTURE DAMAGE***Kuziakin O.,**Saprykin R.,**Zaitsev R., D.Sc, Associate Professor,**Minakova K., PhD, Associate Professor,**Kirichenko M., PhD, Associate Professor**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”*

The aim of the research is to develop a high mobility energy generating and storage system with intelligent energy conversion and storage systems for use in military and civilian applications in regions of infrastructure damage where access to electricity and hot water is limited or at risk due to manmade or natural damage. For Ukrainian civilian and military users, in our partner country war-induced energy infrastructure damage has limited the reliable supply of electricity and hot water. Similar needs arise as a result of natural phenomena such as hurricanes and the consequences of global warming and are relevant for some US states and countries in Africa and Asia. Proposed installation combining a heat collector, an electrical energy converter and associated energy storage systems are a promising candidate to solve this problem in a modular, rapidly deployable form factor. Currently available solar heat-generating and combined cogeneration systems are designed to work under conditions of non-concentrated sunlight, as a result of which a typical system for energy supply for an average household or a small military unit has a photo-receiving surface area of 10–15 m² or more and consists of high cost, heavyweight and fragile silicon based solar panels. In the conditions of war found in Ukraine territory, as well as during the aftermath of natural disasters, the mass deployment of such systems for the energy supply of the civilian population and military users is not optimal, since the dimensions of such systems do not ensure their quick transportation and deployment.

In this research, we propose to use concentrated solar radiation to create a cogeneration system based on high-efficiency (up to 40 %) gallium arsenide solar cells and a thermal energy capture system. By using concentrated sunlight, it is possible to significantly reduce the quantity of solar cells needed to achieve the same level of power generation.

Key features of the proposed installation, designed for both NATO and Ukraine contexts, will be its portability and rapid response potential. The installation system will be carried in the standard container. As a concentrating system, the solar concentrator is the dominant component of the system, and thus it should have the capability to be packed for minimum size and weight and then to be deployed with minimal effort and time. To solve this problem, we propose modular design of the solar system where GaAs-based solar cells and Fresnel lens based solar concentrator will be mounted onto a lightweight aluminum or composite structural frame. Using 0.16 square meter repeating solar energy conversion units, we have the capability to vary the size of the deployed array of these units in order to ensure the necessary value of electrical and thermal energy generation. The proposed surface area of this solar energy system will be comparable with typical Si-based solar panels. Such a result can be achieved by using Fresnel lenses for the concentration of solar radiation, which are characterized by a small focal length, at the level of the diameter of the lens itself. New designs of Fresnel lenses based on transparent plastics have moved into large-scale production, which are characterized by low production cost (one lens costs near 10 USD) and resistance to the influence of external factors, both mechanical and chemical. So, using such

solar concentrator significantly reduces the weight and vulnerability of the proposed installation cogeneration system and makes it easy to repair the predominant component if needed, in comparison to traditional glass covered silicon solar panels (fig. 1).

The proposed design with lightweight plastic Fresnel lenses focusing light onto much smaller solar cell receiver units inside the easily assembled structural frame will enable very low time of system deployment and the possibility of storage of main system components in partially disassembled state. The capability to fold the system into a flat form factor decreases the volume necessary for its storage by 30 % or more.

Such solar concentrating design requires a tracking system, so that the unit points at the sun throughout the day. For this, we propose to use air warning radar or satellite communication system mounts which are compact, high-performing and made according to MIL-STD requirements for stability in adverse weather and other external factors.

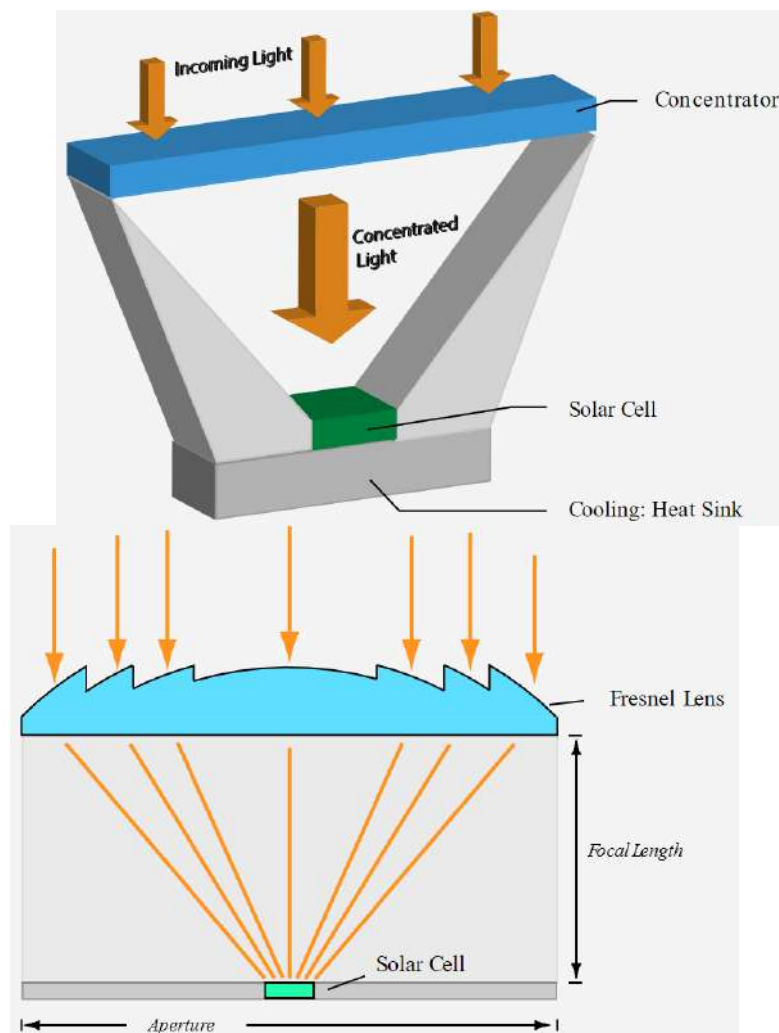


Fig. 1. Solar concentrating system based on Fresnel lens.

Energy storage and distribution will be implemented using an intelligent energy conversion and storage system with modular design utilizing high efficiency LiFePO₄ batteries and hot water tanks. Flexible configurations are possible according to user requirements.

The modular, robust design and ease of deployment in the proposed installation system sized to fit numerous units within standard shipping containers, allows the possibility for fast and flexible scaling of the deployed solar electricity and hot water generation and storage; coupling our installation system with a diesel generator ensures truly all-weather and all-time

operation capability, with substantially reduced fuel requirement compared to a diesel-only solution.

On the basis of the developed photoenergy system, in cooperation with an industrial end-user partner, a project will be created to participate in the national program of Ukraine energy system reconstruction, based on the implementation of distributed power generation principle, which will allow to protect energy systems in the future from failures caused by both human intervention and natural factors. It is planned to submit the developed solution for participation in international programs to overcome the consequences of natural disasters and energy supply of developing countries. In cooperation with an industrial end-user partner, further adaptation of the developed photoenergy system to the specific needs of Ukrainian and foreign civilian and military consumers will be carried out, including damaging of energy infrastructure, when the urgent problem is the backup autonomous supply of electric and thermal energy (hot water). Autonomous hybrid solar photoenergy system combining a solar battery, a heat collector and an electrical and heat energy storage are the most promising for this purpose.

REFERENCES

1. Skelton W., Ji Y, Artzt L., Spitler C., Ingrish G., Islam K., Codd., Escarra M. Design and field testing of a sunflower hybrid concentrator photovoltaic-thermal receiver. *Cell Reports Physical Science*. 2022. Vol. 3. № 5. Art. 100887.
2. Minakova K.A., Zaitsev R.V. Photovoltaic Thermal PV/T systems: increasing efficiency method. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) 13-17 September 2021, Conference proceedings. Kharkiv: NTU “KhPI”, 2021. P. 303–306.
3. Zaitsev R.V., Kirichenko M.V. Improving the Physical Model of GaAs Solar Cells. *Journal of nano- and electronic physics*. 2020. Vol. 12. № 6. P. 06015-1–06015-6.
4. Codd D., Escarra M., Riggs B., Islam K., Ji Y., Robertson J., Spitler C., Platz J., Gupta N., Miller F. Solar Cogeneration of Electricity with High-Temperature Process Heat. *Cell Reports Physical Science*. 2020. Vol. 1. № 8. Art. 100135.
5. Minakova K.A., Zaitsev R.V. Biaxial Heat Balance Model of Solar Collector. *Journal of nano- and electronic physics*. 2022. Vol. 14. № 4. P. 04030-1–04030-4.
6. Minakova K. A., Zaitsev R. V. Uniaxial Heat Balance Model of the Solar Collector. *Journal of nano- and electronic physics*. 2021. Vol. 13. № 5. P. 05020-1–05020-5.
7. Kiyae S., Saboohi Y., Moshfegh A. A new designed linear Fresnel lens solar concentrator based on spectral splitting for passive cooling of solar cells. *Energy Conversion and Management*. 2021. Vol. 230. Art. 113782.
8. Johnson A., Mu L., Park Y.H., Valles D.J., Wang H., Xu P., Kota K., Kuravi S. A Thermal Model for Predicting the Performance of a Solar Still with Fresnel Lens. *Water*. 2019. Vol. 11. № 9. P. 1860–1879.

**TESTING OF SOLAR COLLECTOR BASE MODEL FOR EMERGENCY
PHOTOVOLTAIC SYSTEM***Leliuk S.,**Shepotko Ye.,**Minakova K., PhD, Associate Professor,**Zaitsev R., D.Sc., Associate Professor,**Kirichenko M., PhD, Associate Professor**National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"*

The generation of thermal energy from solar is of great interest among researchers. The electrical efficiency of solar cells is low, so most of the incident sunlight is lost in the form of heat. The temperature of the solar cell increases due to this heat, which leads to a decrease η of the photovoltaic system. Therefore, the removal of thermal energy arising and associated with the solar cell is necessary to achieve maximum efficiency. Creating combined photovoltaic-thermal system (PV/T), which converts incident radiation into electricity and heat at the same time, is gaining popularity. PV surface cooling with water as coolant, the system can be significantly improved [4]:

$$\eta = \eta_0 [1 - \beta_0 (T_c - T_0)], \quad (1)$$

where η_0 – solar efficiency at standard test conditions (STC), β_0 – temperature coefficient of efficiency (1/K), T_c and T_0 – solar cell and coolant temperatures (K), respectively. The coolant in the PV/T system is then used to heat the water in the secondary circuit and its further use in domestic needs. Modern humanity are accustomed to the presence of hot water in the home and PV/T cooling system satisfies the need for electricity and hot water simultaneously.

Further research considering the disparate experimental results and described them as a private physical model not working in general. Therefore, previously we suggested the basis of a general model of heat exchange of the solar collector, which allows us to take into account all the necessary parameters, including parameters for the development of PV/T systems.

For values water flow rate u_w up to 0.2 m/s the regime of fluid motion is laminar and the amount of heat given off to the fluid is too small, and the coolant passes through the pipes practically without heating. With an increase water flow rate u_w , a sharp jump in the amount of heat of the transmitted liquid and, consequently, its heating is observed in the future. At water flow rate u_w of the order of 0.6 m/s amount of heat, which the water takes off reaches the maximum value, that is, the value of the effective energy that the system under consideration can provide with the given parameters for heating the water flow on 5 K in one pass through the pipes of this solar collector (Fig. 1).

Thus, we can conclude that the obtained physical model $Q(u_w, \Delta T)$ is applicable to classical solutions of thermal collectors in a general form. However, under real operating conditions, depending on the various design features of the collector, the determination of optimal parameters should be carried out taking into account the design parameters. To test the model, laboratory studies of the collector were carried out, according to its classical connection diagram (Fig. 2).

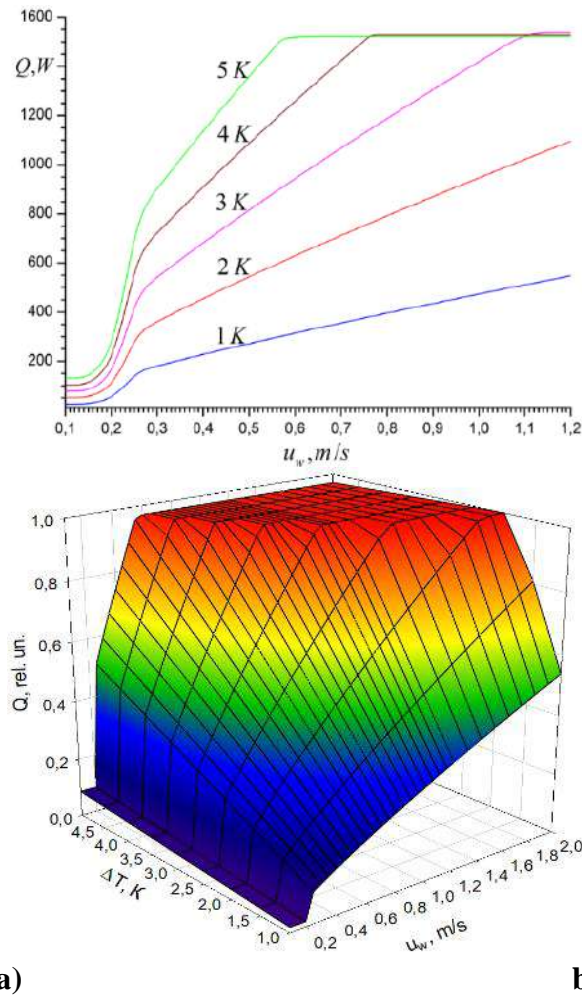


Fig. 1. The dependence of the amount of heat Q , which is diverted from the system when coolant flows through it at $T=293\text{ K}$, by water flow rate u_w for different temperature gradients $\Delta T=1,2,3,4,5\text{ K}$.

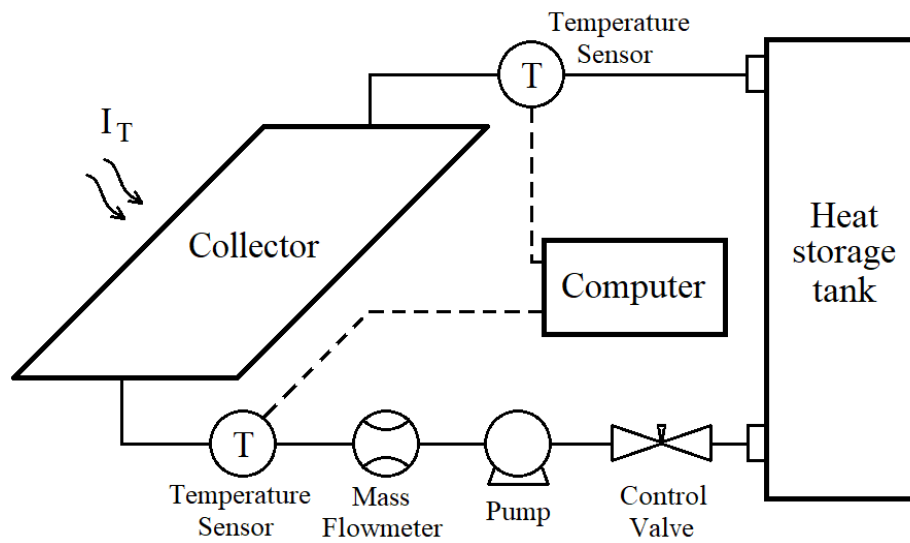


Fig. 2. Scheme of the measuring stand.

Studies have allowed a comparison of simulation results with field values. A different temperature difference to match the simulation was achieved due to the forcedly changing light intensity. From the above dependences a fairly exact coincidence of the results of laboratory tests with the proposed model; during the tests, a characteristic small power take-off is also observed with a laminar flow at coolant flow rates up to 0.2 m/s, as well as reaching the maximum value at coolant velocities of more than 0.8 m/s and temperature gradient more 3-4 K, characteristic limit power withdrawn. The aforementioned confirms the correspondence of the model to the physical mechanism of the collector's operation and will allow further modeling of real systems, in particular PV/T systems, where there are additional thermal interfaces influencing the heat flows.

In practice, for a real system with a constant intensity of the light flux, the temperature gradient is directly related to the flow rate of the coolant through the design parameters of the collector. For example, the analytical dependence $\Delta T(u_w)$ or the laboratory test performed in the work has the following form:

$$\Delta T = \begin{cases} 4,3 & \text{at } u_w < 0,2 \\ 5,31 \cdot e^{-1,05u_w} & \text{at } u_w \geq 0,2 \end{cases} \quad (2)$$

power taken by the collector on the flow rate of the coolant and the temperature gradient between the input and output.

REFERENCES

1. Minakova K. A., Zaitsev R. V. Biaxial Heat Balance Model of Solar Collector. *Journal of nano- and electronic physics*. 2022. Vol. 14. № 4. P. 04030-1–04030-4.
2. Minakova K. A., Zaitsev R. V. Uniaxial Heat Balance Model of the Solar Collector. *Journal of nano- and electronic physics*. 2021. Vol. 13. № 5. P. 05020-1–05020-5.
3. Ji Y., Artzt L., Adams W., Spitler C., Islam K., Codd D., Escarra M. A transmissive concentrator photovoltaic module with cells directly cooled by silicone oil for solar cogeneration systems. *Applied Energy*. 2021. Vol. 288. Art. 116622.
4. Minakova K. A., Zaitsev R. V. Photovoltaic Thermal PV/T systems: increasing efficiency method. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) 13-17 September 2021, Conference proceedings. Kharkiv: NTU “KhPI”, 2021. P. 303–306.
5. Ji Y., Islam K., Riggs B., Failla J., Bar-Or D., Artzt L., Adams W., Davis C., Codd D., Escarra M. Direct Fluid Cooling of Concentrator Photovoltaics for Hybrid Photovoltaic-Solar Thermal Energy Conversion. *IEEE Photovoltaic Specialists Conference*. 2019. P. 244–248.
6. Ali K., Khalid A., Ahmad M.R., Khan H.M., Ali I., Sharma S.K. Multi-junction (III–V) Solar Cells: From Basics to Advanced Materials Choices. *Solar Cells*. 2020. P. 325–350.
7. Johnson A., Mu L., Park Y.H., Valles D.J., Wang H., Xu P., Kota K., Kuravi S. A Thermal Model for Predicting the Performance of a Solar Still with Fresnel Lens. *Water*. 2019. Vol. 11. № 9. P. 1860–1879.
8. Minakova K., Zaitsev R., Kirichenko M., Vorobiov B. Heat Balance Model for PV/T Systems. 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) 03-07 October 2022, Conference proceedings. Kharkiv: NTU “KhPI”, 2022. P. 435–438.

**DEVELOPMENT OF CdTe BASED FAST SWITCHING STRUCTURES
FOR PROTECTION ELECTRONIC EQUIPMENT FROM ARTIFICIAL
ELECTROMAGNETIC PULSES***Shkoda D.,**Khrypunov M.,**Kirichenko M., PhD, Associate Professor,**Minakova K., PhD, Associate Professor,**Zaitsev R., D.Sc., Associate Professor**National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”*

Resistive switching is well known in films of transition metals and chalcogenide semiconductors, in particular cadmium telluride. From the middle of the 20th century the physics of resistive switching and technologies for creating memristors based on transition metal oxides are the focus of the world's leading research centers. In recent years, research has focused on establishing regularities, mechanisms and building physical models of resistive switching processes, optimization of technologies and materials of memristors [1]. In thin semiconductor chalcogenide films, studies of switching processes under the influence of ultrahigh-frequency (UHF) pulses have practically not been carried out. Switches and THz polarizers and based on phase transition in transition metal oxide [2], multi-band THz filters [3]. Modulators and high-frequency photosensitive elements are being developed for microwave, millimeter and THz photonics [4]. Since the first observations of these effects, further experimental and theoretical studies of them have been focused specifically on oxides of transition metals, while for CdTe such studies were very limited. Therefore, there is currently no stable understanding of the mechanisms that lead to the emergence of fast switching effects in CdTe films, as well as an understanding of the nature of switching conditions dependence on structural and electrophysical characteristics. Meanwhile, there are promising proposals for the practical application of switching effects in CdTe films. In the world literature, there are only isolated studies of switching effects in chalcogenide semiconductor films under the influence of optical high-frequency generation [5]. Unlike existing protection elements based mainly on the use of diodes, CdTe film structures do not have a p-n junction, so they are potentially more reliable and cheaper to manufacture. CdTe film structures can be easily implemented on flexible substrates. In addition, the technology for obtaining high-quality CdTe films has been developed at a high industrial level in the production of solar cells based on CdS/CdTe, which allows us to hope for the rapid introduction of new device structures based on these films. This allows us to hope for the development of optically controlled ultrafast THz devices based on these films, such as a THz switch and a THz modulator, which are components in the further development of the promising direction of electronics - microwave photonics [6]. However, flexible device structures based on them are not considered, and studies of the effects of electrical and optical signals interaction in chalcogenide semiconductor films are not conducted.

Important application of device structures with switching effects is the protection of electronic equipment from pulsed electromagnetic radiation (EMR), however, there is currently no open-source information on the status of such developments.

In order to investigate the switching effects in cadmium telluride films we make a series of experimental samples (Fig.1a) and investigate it under the action of microsecond EMR pulses. The switching characteristics of the samples were studied on a test stand (Fig. 1b) with a nanosecond pulse generator with the following voltage pulse parameters: amplitude

from 100 V to 1400 V with an action factor of $2 \cdot 10^7$, the pulse growth time to the amplitude value was 2.5 nanoseconds, the voltage pulse decreased exponentially to 0.5 over a time of 100 nanoseconds.

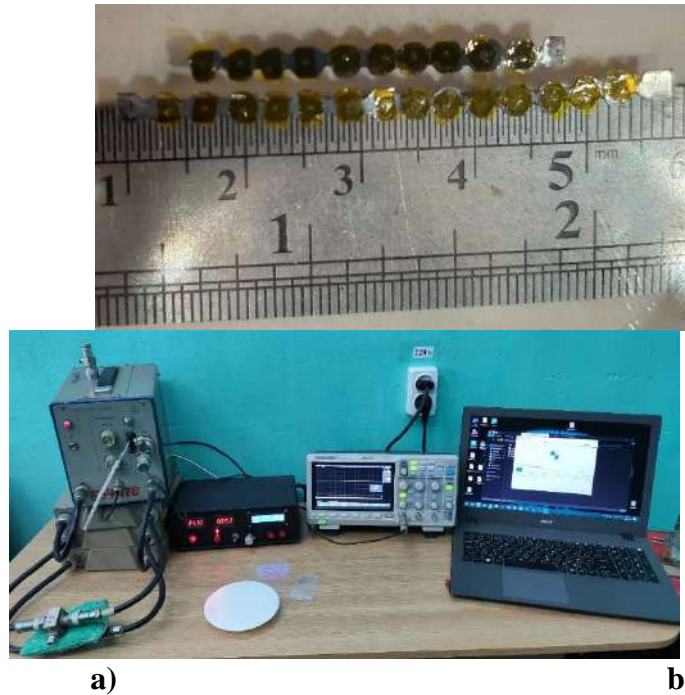


Fig. 1. Overall view of study samples (a) and view of the measuring stand (b).

It was experimentally established that CdTe layers with a thickness of 3 to 7 μm can be used to create protection elements for wide range of electronic equipment, and the basic solution of such an element, based on the properties of the samples which made of CdTe film layers placed in the case of microwave diodes, was proposed (patent of Ukraine for utility model No. 146236) and when a pulsed EMR with a duration of 1 μm was applied to them had a switching time between states with high and low electrical resistance at the level of 2 ns (Fig. 2) and had a capacity of no more than 2 pF.



Fig. 2. Volt-second characteristics of the switching process in a cadmium telluride film.

At the same time, it is shown that the magnitude of the activation voltage can be adjusted by the thickness of the base layer. The conducted research made it possible to propose a physical mechanism of monostable switching in CdTe film layers, which is the formation under the action of EMR molten channels with high electrical conductivity in grains oriented in the [111] direction, which have a columnar structure. The recorded trouble-free operation of protection elements based on CdTe film layers during 20 cycles of pulse exposure is due to the congruent melting of CdTe, which ensures the preservation of CdTe layer stoichiometry after exposure to high-frequency EMR and leads to the experimentally recorded voltage drop at which the device structure switches to a state with high electrical conductivity. The geometry of the contact metallization does not have a decisive effect on the switching parameters of the studied structures, and in the manufacture of elements of protection against electromagnetic pulses based on them, the industrial technology of forming the metallization can be used without the need for its excessive miniaturization

The obtained results allow us to believe that switching effects can be observed in CdTe films even when nanosecond pulses are applied and open up opportunities for creating new types of device structures of switching elements for microwave electronics.

REFERENCES

1. A. P. James, Ed. Memristor and Memristive Neural Networks. Apr. 2018.
2. Xu W., Guo Hy., Li Xh. et al. Spectrum manipulation of a dual-stop-band meta material terahertz filter based on unit cell dimension changes. *Optoelectron. Lett.* 15. 2019. P. 174–178
3. N. Tadao. in *Photodetectors: Materials, Devices and Applications*. Editor(s): Bahram Nabet, Photodetectors, Woodhead Publishing, 2016.
4. Wenjie Zhang, Jiajia Guo, Peng Suo, Liping Lv, Junxing Liu, Xian Lin, Zuanming Jin, Weimin Liu, and Guohong Ma. Optically controlled ultrafast terahertz switching in a CdTe nanostructure thin film. *Appl. Opt.* 58. 2019. P. 8200–8206.
5. Gang Hu, Bo-Han Li, Huang Li, Hongyuan Cao, Zefeng Ren, Dewei Zhao, Wei Li, Lili Wu, Jingquan Zhang. Study of ultrafast photocarrier dynamics in polycrystalline CdTe films under low illumination. *Solar Energy Materials and Solar Cells*. Vol. 247. 2022. 111925.
6. Kirichenko M. V., Drozdov A. N., Zaitsev R. V., Khrypunov G. S., Drozdova A. A. and Zaitseva L. V. Design of Electronic Devices Stress Testing System with Charging Line Based Impulse Generator. 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). Kharkiv, Ukraine, 2020. P. 38–42.

СЕКЦІЯ 4

**ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ, РАДІАЦІЙНИЙ
ТА ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ**

УДК 615.273.5

**ЗАСТОСУВАННЯ ДОСВІДУ РЕАГУВАННЯ НА РАДІАЦІЙНІ ЗАГРОЗИ НА
ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ТА МОЖЛИВІСТЬ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИ
РІЗНИХ ІНЦИДЕНТАХ НА АЕС УКРАЇНИ**

***Бойко Ю.М.,
Мельник В.Г.,
Луцак О.О.,
Ряба Н.С.,
Гришина К. В.,***

Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця

Актуальність теми: у зв'язку з російсько-українською війною існує загроза тероризму з боку країни агресора та виникнення втручання в діяльність Запорізької АЕС, що може призвести до виникнення інцидентів з порушенням радіаційно-ядерної технології на території нашої держави. Дані аварії мають два вектори впливу на здоров'я населення – прямий, який може призвести в першу чергу до погіршення стану здоров'я населення, що викликає дисфункції органів та систем, другий – опосередкований, який формується через забруднення навколишнього середовища.

Мета роботи: вивчити та проаналізувати заходи, що застосовувались під час гострої фази розвитку Чорнобильської катастрофи в 1986 році, зокрема, щодо особистої профілактики населення та оцінити сучасні рекомендації органів влади України для популяції, яке безпосередньо підпадає під вплив небезпечних чинників пов'язаних з можливою аварією на Запорізькій АЕС.

У даній роботі розглянуто аварію на ЧАЕС, наслідки цієї катастрофи та рекомендації, які отримало населення, а також порівняно отримані дані з сучасними рекомендаціями ДСНС та МОЗ України на випадок виникнення радіаційної небезпеки.

Аварія на Чорнобильській АЕС сталася 26 квітня в 1:25. Чорнобильська катастрофа(1986р) має 7-й рівень за шкалою INES [1]. Евакуація населення міста Прип'ять відбулася на наступний день, тобто люди отримали небезпечну дозу радіації [2]. Лише другого травня почалося відселення населення з 30-км зони, що піддалася радіоактивному забрудненню, [3] це призвело до серйозних наслідків в стані здоров'я.

Основними наслідками такої аварії став радіаційний вплив та контамінація радіоактивними речовинами, що призвело до порушення роботи всіх систем і органів та розвитку патологій, місцевих та системних симптомів таких як, обструктивних захворювань легень у ліквідаторів аварії чи то онкологічних і соматичних патологій, хвороби системи кровообігу появи ризику гострої та хронічної променевої хвороби у населення, а також забруднення природи та унеможливлення подальшого використання ресурсу землі.

Серед рекомендацій щодо боротьби з наслідками аварії 4-ого енергоблоку були створені та впроваджені рекомендації щодо харчування, було забезпечено проведення йодної профілактики серед населення. Кількість осіб, які отримали статус постраждалих у зв'язку з аварією на ЧАЕС із правом пільг отримали понад 1,7 млн українців, що

доводить необхідність своєчасного інформування та виконання рекомендацій МОЗ та ДСНС.

Для прогнозування можливих наслідків аварії на ЗАЕС необхідно враховувати кількість ядерного палива. На ЗАЕС в 9-10 разів більше паливних збірок, ніж було на 4-ому реакторі ЧАЕС. Відповідно припускаємо в 10 разів потужніші наслідки.[4] Потенційна зона відчуження у разі аварії на Запорізькій АЕС може становити до 10 Чорнобильських зон відчуження, а саме до 300 км [5] та причинить глобальне трансконтинентальне забруднення радіонуклідами.

У Запорізькому районі у випадку аварії на ЗАЕС передбачена негайна організація евакуації ряду населених пунктів, перелік яких можна знайти на сайті місцевої райдержадміністрації [6]. Наразі ми маємо чіткі алгоритми проведення тріажу та евакуації, населенню надано перелік необхідних речей та доведено послідовність дій для зменшення колективної дози, в тому числі, за рахунок споживання харчових продуктів. У випадку аварії, оповіщення про наступні дії для громадян будуть транслюватись за допомогою мереж провідного радіомовлення, центральних телеканалів та в ефірах місцевих телекомпаній, розсилка сигналів державної служби надзвичайних ситуацій про небезпеку, яка не залежить від наявності мережі. Вже на даному етапі бачимо значну розбіжність у сучасному протоколі дій на випадок радіаційної небезпеки порівнянні з діями, які були проведені для усунення наслідків аварії на ЧАЕС.

Особливістю нинішньої ситуації є постійна публічна дискусія та просвітницька робота з населенням органами влади та іншими центрами прийняття рішень, що дозволяє мати чіткий алгоритм дій, який в майбутньому буде сприяти організованому проведенню евакуаційних та інших необхідних медичних заходів. Громадяни вже зараз попереджені про можливість виникнення радіаційної загрози та ознайомлені з відповідними рекомендаціями. Держава вже зараз проводить роботу із забезпечення лікарень та навчальних закладів всім необхідним, посилюється медична готовність до ядерної загрози та можливостей реагування в країні.

Висновок. Аварія на ЧАЕС призвела до серйозних проблем та наслідків для населення та для навколишнього середовища по сьогоднішній день. Ймовірність існуючої загрози не може нехтуватись. Саме аварія на ЧАЕС вплинула на обізнаність населення в сприйнятті важливості методів захисту та профілактики індивідуально та колективно. Порівнюючи сучасні рекомендації ДСНС та МОЗ з тими, що були після ЧАЕС, ми бачимо значне покращення рівня готовності до радіаційної небезпеки, такий висновок ми можемо зробити на основі проведення інформування населення про можливі ризики та методи особистого та колективного захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. International Nuclear Event Scale. URL: <https://www.iaea.org/resources/databases/international-nuclear-and-radiological-event-scale>
2. Згідно зі звітом директора ЧАЕС (на момент аварії у 1986р) В. П. Бріханова
3. ДСП ЧАЕС Історія ЧАЕС. Аварія та ліквідація.
4. Лана Трапакіна радниця міністра захисту природи у своєму інтерв'ю.
5. Згідно п.1.4 ДБН В.1.2-4-2006 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)».
6. URL: https://zrda.gov.ua/dii_u_razi_radiatsiinoi_avarii_na_zaporizkii_aes/
7. Бойко Ю. М., Калашченко С. І., Шевчук К. В. Впровадження політики ВООЗ з інформаційного забезпечення по реагуванню на надзвичайні ситуації. Медична наука та практика XXI століття: Збірник тез наукових робіт учасників міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Київ, 2 – 3 лютого 2018). Київ : «Київський медичний науковий центр», 2018. С. 92–93.

8. Гринзовський А. М., Волянський П. Б., Дема О. В., Стополянський О. В., Калашченко С. І., Бойко Ю. М. Організація діяльності закладів охорони здоров'я у режимах повсякденного функціонування та підвищеної готовності, як основний чинник стабільної їх роботи під час надзвичайних ситуацій. Матеріали наук.-прак. конференції «Загальне охоплення послугами охорони здоров'я – для всіх і всюди». Київ, 2018. С. 17–19.

9. Гринзовський А. М., Волянський П. Б., Калашченко С. І., Гур'єв С. О., Кушнір В. А., Бойко Ю. М. ... & Туманова Т. О. Домедична допомога в екстремальних ситуаціях та медичний захист населення в надзвичайних ситуаціях: Навчальний посібник для підготовки фахівців першого (освітньо-професійного) рівня, галузь знань 22 «Охорона здоров'я», спеціальність 227 «Фізична терапія, ерготерапія» (1 курс). 2018.

ВСТАНОВЛЕННЯ КІНЕТИЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ КОРОЗІЇ ТРУБ ЗІ СПЛАВІВ Zr1Nb

*Гапон Ю.К., к.т.н., доцент,
Кустов М.В., д.т.н., доцент,
Михайловська Ю.В., PhD, с.н.с.,
Чиркіна М.А., к.т.н., доцент*

Національний університет цивільного захисту України

Еволюційні напрямки світової енергетики на початку нового століття стали однією з самих актуальних проблем цивілізованого світу. Сучасні тенденції розвитку світового ринку свідчать про трансформації структури енергетичної галузі – з традиційної теплоенергетики на атомну. На користь атомної енергетики говорить її відносна невелика вартість, доступність, відсутність викидів продуктів згорання, а також наявність достатніх світових запасів урану. Так, наприклад, Китай приблизно має 50-60 тисяч тон запасів природного урану, що теоретично достатньо для забезпечення своїх АЕС на декілька десятиліть .

Безпека ядерної енергетики набула особливої актуальності після аварій на Чорнобильській (Україна) та Першій Фукусимській (Японія) АЕС, що поставило під сумнів перспективи розвитку цієї галузі. Аварія, що сталася 26 квітня 1986 р. на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС, класифікується за міжнародною шкалою ядерних інцидентів (International Nuclear Event Scale – INES), як тяжка аварія найвищого, сьомого рівня. В її результаті повністю зруйновано активну зону реакторної установки та викинуто в навколишнє природне середовище величезну кількість радіоактивних речовин. Велика кількість працівників із числа експлуатаційного персоналу та пожежної охорони атомної станції отримали значні дози опромінення. З районів України, Білорусі та Росії, що зазнали значного радіоактивного забруднення, евакуйовано близько 300 тисяч людей

Одним з принципів практичної реалізації світової енергетичної політики в атомній енергетиці, вплив якої на зміни клімату суттєво менше, ніж теплової, є мінімізація ймовірності виникнення ядерних інцидентів та аварій на енергоблоках АЕС з одночасним підвищенням їх теплової ефективності [1]. Цей принцип може бути реалізований за рахунок цілого ряду факторів, в тому числі, удосконалення та оптимізації теплових схем і параметрів технологічних процесів енергоблоків АЕС з реакторами різ них типів, оптимального вибору сучасних і перспективних теплоносіїв і конструкційних матеріалів активних зон ядерних реакторів і парогенераторів, оптимізації режимів роботи енергоблоків АЕС на основі сучасних методів математичного моделювання.

Вивчення кінетики корозії труб з сплавів Zr1Nb поділені на два етапи. Перший етап – дослідження кінетики протягом від 1 до 500 годин із нагріванням, хоча максимальний час протікання аварії згідно з [17, 18] може бути менше. Кінетичні залежності корозійних змін приросту по масі від часу при температурах в діапазоні 600–1200°C наведені на рис. 1. Максимальна товщина оксидної плівки становить 7–9 мкм при температурі 1200°C. З визначення кута нахилу залежності $\ln K = f(1/T)$ обчислено енергію активації процесу окислення, яка для зазначених діапазонів температур та інтервалу часу випробувань (понад 20 с. від початку випробувань) склала величини 174.59 кДж/моль. Цей температурний діапазон практично повністю охоплює поле температур проектних аварій.

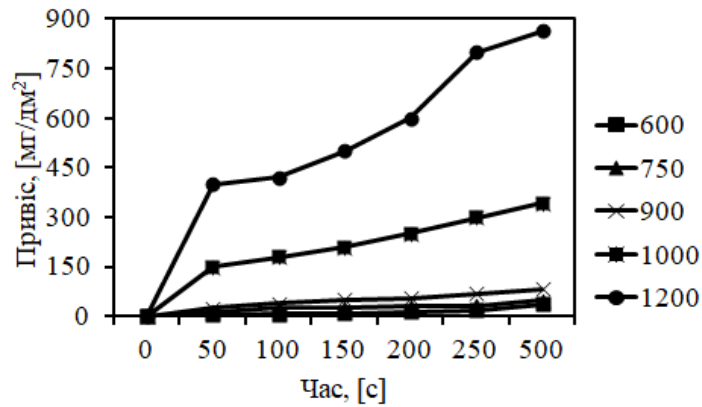


Рис. 1. Залежності приросту по масі від часу при корозійному руйнуванні досліджувальних зразків зі сплаву Zr1Nb при температурах в діапазоні 600-1200 °С.

Другий етап – випробування при більш тривалому часі витримки, що дозволяє більш повно оцінити корозійну стійкість оболонок ТВЕЛів та оцінити час до зниження захисних характеристик оболонок ТВЕЛів.). Зміну величин приросту ваги за рахунок збільшення товщини оксидних плівок в процесі корозії від часу при різних температурах в діапазоні 600–1200 °С при тривалості випробувань від 1 до 10 год показано в таблиці 1.

Таблиця 1. Зміна товщини оксидних плівок та приросту по масі на трубках зі сплаву цирконію при витримці в інтервалі підвищених температур від 660...1200 °С протягом 1...10 год

Температура, [°С]	Привіс по масі, [мг/дм ³]/товщина оксиду, [мкм]				
	2 години	4 години	6 години	8 години	10 години
600	50/1	60/3	75/5	80/7	120/10
750	100/17	250/20	300/24	350/27	400/34
900	500/34	600/47	750/55	–	–
1000	1250/84	1500/120	–	–	–
1200	3250/220	–	–	–	–

– * відсутність значень пов’язана із руйнуванням зразків.

Аналіз кривих показав, що за вказаний час процес окислення описується законом, близьким до параболічного. При утворенні суцільних плівок ($V_{\text{оксидної плівки}}/V_{\text{металу}} > 1$) закон їх зростання визначаються закономірністю процесів дифузії частинок окислювача і металу, якими можуть бути катіони, аніони і електрони (дифузійний контроль процесу окислення). Відповідно до першого закону дифузії Фіка молярний потік речовини та швидкість зростання товщини плівки (dh/dt) дорівнюють: $J = -D \cdot dC/dt$, $J = -C \cdot dh/dt$, де h – товщина окисної плівки (см), D – коефіцієнт дифузії (см²/с), C – концентрація компонента (іон/см³).

ЛІТЕРАТУРА

1. Hapon Yu., Kustov M., Chyrkina M. and Romanova O. Multistage Corrosion of Fuel Element Materials in Nuclear Reactors. Solid State Phenomena. 2022. V. 334. P. 63–69.

УДК 621.35: 614.8

**ГАЛЬВАНІЧНЕ ФОРМУВАННЯ ПОТРІЙНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ
НА ОСНОВІ ВОЛЬФРАМА ТА МОЛІБДЕНА***Гапон Ю.К., к.т.н., доцент,**Трегубов Д.Г., к.т.н., доцент, докторант,**Слепужніков Є.Д., к.т.н.,**Харламов М.І., д.т.н., професор**Національний університет цивільного захисту України*

Розвиток технологій потребує вдосконалення технологічних властивостей металів, чого можна досягти лише шляхом розробки нових сплавів, покриттів на їх основі та способів їх отримання. Для створення новітніх прогресивних матеріалів з мультифункціональними властивостями вирішальним напрямком є впровадження технологій синтезу матеріалів, які поєднують велику кількість розвинутих технологічних властивостей, а саме: корозійну стійкість, мікротвердість, зносостійкість, каталітичну активність та ін.

Широкий спектр застосувань мають тугоплавкі покриття. Так, серед металів V періоду Мо має третє значення ентальпії випаровування – 659 кДж/моль, але найбільшу температуру плавлення – 2896 К; у VI періоді W має найбільші ентальпію випаровування та температуру плавлення – 851 кДж/моль та 3695 К, відповідно. Але індивідуальні покриття вольфрамом і молібденом отримати з водних розчинів неможливо через низьку перенапругу виділення водню та схильність цих покриттів до катодної пасивації. Тим не менш, їх можна наносити у вигляді сплаву співосадженням з металами підгрупи ферума (залізо, кобальт, нікель), які відносяться до IV періоду. Серед металів IV періоду кобальт має третє значення ентальпії випаровування – 423 кДж/моль, але шосте значення температури плавлення – 1768 К [1].

Технологічний процес синтезу сплаву Co-Mo-W включає в себе стадії: механічну підготовку поверхні деталі-основи, хімічне знежирення, хімічне травлення, приготування або корегування електроліту, безпосередній процес електроосадження сплаву кобальт-молібден-вольфрам на чорні або кольорові метали, а також фінальні операції промивання та сушіння.

Відповідно до обраної технології у ході досліджень формували покриття потрійними сплавами (компонент з тріади феруму – кобальт, а також тугоплавкі метали – вольфрам та молібден) на мідних та сталевих підкладках з комплексного амонійно-цитратного електроліту у гальваностатичному режимі за умови дії уніполярного імпульсного струму з регулюванням тривалості імпульсу (t_i) та пауз між ними (t_p), тобто регулювали й період повторення імпульсу.

Корозійну поведінку покриттів з потрійного сплаву Co-Mo-W у широкому діапазоні вмісту сплавотвірних металів оцінювали за допомогою глибинного показника швидкості корозії в середовищах різної кислотності на фоні 1М натрію сульфату. Різниця у корозійній активності покриттів різних відсоткових складів визначається тим, що вони отримані з електролітів різного компонентного складу, а тому мають різну структуру поверхні (рис. 1).

Як встановлено раніше, вольфрам та молібден проявляють себе у сплавах як антагоністичні метали, але є певні склади покриттів, де загальний вміст у сплаві залишається майже однаковим. Цей факт дає можливість оцінити корозійні характеристики покриттів з однаковим загальним вмістом тугоплавких компонентів на рівні 25–30 мас. % (що відповідає вмісту Co – 70–75 мас.%): сплав Co-Mo-W в кислому

середовищі більш стійкий і відноситься до 1 та 2 груп стійкості (дуже та вельми стійкі) в порівнянні з лужним – група 3 (стійкі матеріали).

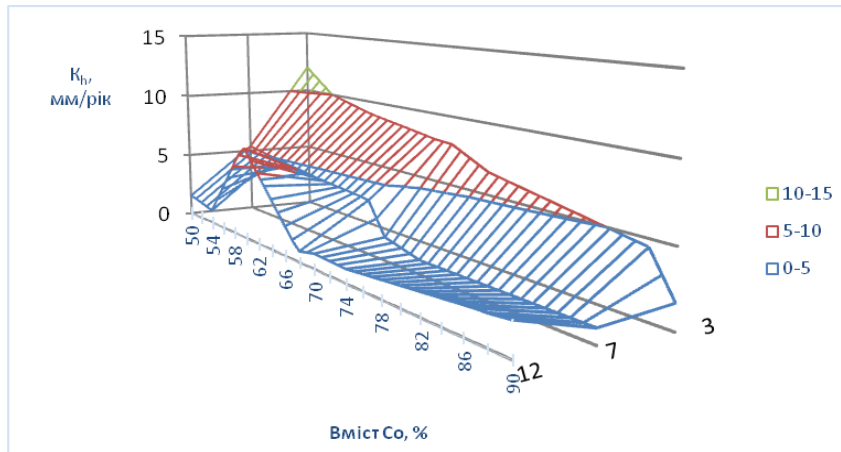


Рис. 1. Залежність швидкості корозії покриттів зі сплаву Co–Mo–W від компонентного складу в присутності 1M Na₂SO₄ за рН = 3; 7; 12.

Каталітичну активність синтезованих покриттів зі сплаву Co–Mo–W тестували в реакції електролітичного виділення водню в середовищах з різним рН (рис. 2).

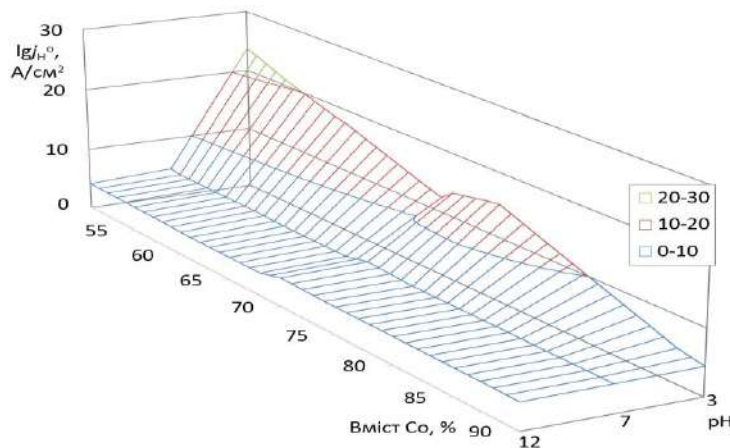


Рис. 2. Залежність густини струму обміну для покриття зі сплаву Co–Mo–W від компонентного складу за різної кислотності розчину (рН = 3; 7; 12).

Як показують дані наведеної графічної залежності, найбільш високі значення густини струму обміну для досліджуваних покриттів отримано у кислому середовищі (рН=3), тоді як в лужному і нейтральному цей показник знижується більш ніж на порядок. Для покриттів складу $\omega(\text{Mo+W})_{\text{заг}} \sim 30$ мас.% досягаються значення j_H^0 аналогічні характеристикам платиного електрода (і навіть дещо перевищують їх – 3,1 А/см²), що є наслідком прояву синергетичного ефекту у формуванні електрокаталітичних властивостей сплаву.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hapon Y., Chyrkina M., Tregubov D., Romanova O. Co-Mo-W galvanochemical alloy application as cathode material in the industrial wastewater treatment processes. Forum. Materials Science. 2021. V. 1038. P. 251–257.

ВОГНЕСТІЙКЕ ЗАХИСНЕ ПОКРИТТЯ З ПІДСИЛЕНОЮ АДГЕЗІЄЮ ДО ТКАНИННОЇ ПІДКЛАДКИ

*Горонескуль М.М.,
Кудін О.М., д.т.н., доцент,
Андрющенко Л.А., к.т.н., с.н.с.,
Борисенко В.Г., к.ф.-м.н., доцент,
Толстолуцький К.А.*

Національний університет цивільного захисту України

Захисне покриття покликане запобігати деградації характеристик матеріалу підкладки під дією УФ світла та атмосфери. Вкрай бажано щоб покриття виконували ще кілька призначень, таких як: термо- та вогнезахист, гідрофобний шар, люмінесцентний або декоративний шар, тощо [1]. Багатофункціональність покриття зазвичай досягається за рахунок його складної структури, яка налічує кілька шарів, що призводить до збільшення товщини покриття і ваги виробів. Забезпечення вогне- і термостійкості разом із збільшенням терміну експлуатації виробів у жорстких умовах експлуатації є актуальною проблемою пожежної безпеки і матеріалознавства. Реалізація такого завдання передбачає використання наповнювачів, здатних виконувати кілька функцій [2].

Запропоновано склад композиції та спосіб нанесення захисного покриття на підкладку з арамідної тканини. Полімерною основою композиції є компаунд Sylgard-184, вибір якого обґрунтовано в роботі [1]. Для посилення адгезії до підкладки та з метою збільшення терміну експлуатації виробів композиція для захисного покриття містить мікрволастоніт голчастої форми. Відомо, що голки наповнювача виконують функцію армуючої добавки, саме ця обставина приводить до підвищення зносостійкості покриття. Але внаслідок поверхневих ефектів виникає ситуація, коли хімічний зв'язок між голками та полімером втрачається частково чи повністю [3]. Відмінною рисою запропонованої композиції є те, що мікрволастоніт піддається поверхневій модифікації для підсилення взаємодії між полімером і голками наповнювача. Як модифікатор застосовано гексавинилсилан.

Додатково композиція містить біокремнезем (BSD – biosilica diatomaceous) для підвищення вогне- та термостійкості виробів. BSD має біологічне походження, це скелети водоростей, що культивовані в лабораторних умовах [4]. Панцир очищених водоростей має аморфну структуру і схожий на чашку Петрі діаметром ~ 4 мкм. BSD володіють високою прозорістю у видимій області спектра, їх показник заломлення є близьким до полімеру, тому композиція не поглинає і майже не розсіює світло. Наповнювач має малу щільність і не збільшує питому вагу покриття. Безумовною перевагою BSD як наповнювача є практично однаковий розмір його частинок. На рис. 1 представлено розподіл частинок наповнювача BSD за розмірами. Видно, що порівняно з типовим пігментом «Сурик» розподіл частинок BSD значно вужчий. Для порівняння було використано перетерту фарбу «Сурик» після сита 20 мкм.

Як люмінесцентна добавка обрана дрібна фракція порошку $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$ непридатна для отримання фосфоресцентних композицій. Для забезпечення гладкої поверхні покриття з мінімальною шорсткістю середній розмір частинок люмінофора становив приблизно 5 мкм проти 40÷60 мкм для частинок, що використовуються для отримання фосфоресцентних композицій [1]. При такому зменшенні розмірів, коли частинки люмінофора стають меншими за товщину захисної плівки, наповнювач не призводить до виникнення шорсткості, але композиція втрачає здатність до тривалого

післясвітіння. Незважаючи на це люмінофор зберігає здатність до флуоресценції при оптичному збудженні центрів свідчення Eu^{2+} . На відміну від органічного барвника Coum-7 [2], неорганічний люмінофор не погіршує вогнестійкість люмінесцентного покриття.

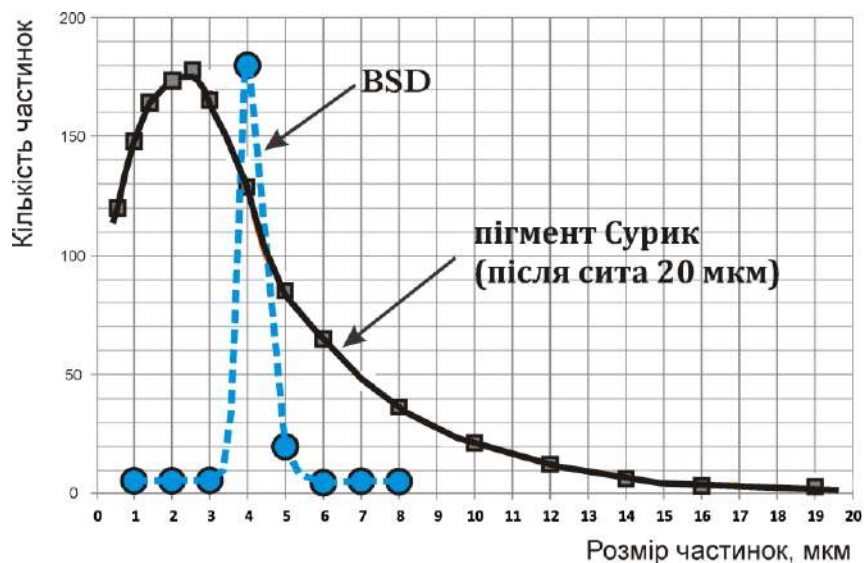


Рис. 1. Гістограма розподілу частинок за розмірами для типового пігменту «Сурик» та нетрадиційного наповнювача BSD.

Технологія нанесення покриття аналогічна способу раніше описаному в роботі [1]. Відмінною рисою запропонованого способу є попередня підготовка поверхні підкладки. Для цього підкладка обдувається струменем стисненого повітря з частинками мікрволастоніту. У потоці газу голки наповнювача орієнтуються вздовж струменя аналогічно нанотрубкам галуазиту [5]. На великій (але контрольованій) швидкості голки наповнювача подібно до стріл встромляються в поверхню і закріплюються у волокнах підкладки. Потім на отриману «колючу» поверхню наноситься захисне покриття, в наших експериментах композиція наносилася пензликом і вирівнювалася шпателем. Затвердіння покриття проводили при температурі 120 °C протягом 20 хв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрющенко Л. А., Борисенко В. Г., Горонескуль М. М., Кудін О. М. Евакуаційні знаки з люмінесцентними покриттями на основі еластомеру SYLGARD-184. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. 5, 2. 2021. С. 5–18.
2. Кудін О. М., Горонескуль М. М., Андрющенко Л. А., Борисенко В. Г. Люмінесцентне одношарове покриття для зовнішньої поверхні пожежних напірних рукавів. Проблеми надзвичайних ситуацій. 36. 2022. С. 248–266.
3. Deng et al. Halloysite-epoxy nanocomposites with improved particle dispersion through ball mill homogenisation and chemical treatments. Composites Science and Technology. 69/14. 2009. P. 2497–2505.
4. Olewnik-Kruszkowska E., Brzozowska W., Adamczyk A., Gierszewska M., Wojtczak I., Sprynsky, M. Effect of Diatomaceous Biosilica and Talc on the Properties of Dielectric Elastomer Based Composites. Energies. 13. 2020. P. 5828–5845.
5. Khalid, Askar; Kenan, Song. Epoxy-Based Multifunctional Nanocomposites. Polymer Based Multifunctional Nanocomposites. Elsevier. 2019. P. 111–135.

НОВІ ЛАКОФАРБОВІ МАТЕРІАЛИ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ VOC ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЕМІСІЇ ТОКСИЧНИХ РОЗЧИННИКІВ

*Гуріна Г.І.¹, к.хім.н., доцент,
Дружинін Е.І.², к.т.н., доцент,
Скрипинець А.В.¹, к.т.н.,
Сасенко Н.В.¹, к.т.н., доцент*

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Актуальним напрямом розвитку хімічної технології лакофарбових матеріалів [1, 2] є створення інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій та екологічно повноцінних матеріалів [3]. Для створення атмосферостійких, помірно-атмосферостійких, хімічно-стійких, термостійких, декоративних, негорючих, інтумесцентних, захисних, електроізоляційних та спеціальних матеріалів та покриттів групи органорозчинних «SB» та водно дисперсійних групи «WB» розглянуті шляхи зниження вмісту летких органічних сполук (VOC) в результаті зменшення щільності матеріалів та збільшення вмісту нелетких речовин.

Значення вмісту VOC для різних видів матеріалів обмежено в Україні нормативними актами, а саме Технічним регламентом, прийнятим відповідно до наказу Міністерства економічного розвитку та торгівлі України. Наказ про затвердження Технічного регламенту щодо обмеження викидів летких органічних сполук при використанні органічних розчинників у лакофарбових матеріалах для будівництва та ремонту колісних транспортних засобів вводить у дію Технічний регламент поступово, на першому етапі закріплюються менш жорсткі вимоги. Технічний регламент заснований на Директиві 2004/42/ЄС Європейського парламенту та Ради від 21 квітня 2004 р. про обмеження викидів летючих органічних сполук внаслідок використання органічних розчинників у деяких лакофарбових матеріалах та продуктах переробки транспортних засобів та внесення змін до Директиви 1999/13/ЄС.

Проведено аналіз рецептур пігментованих матеріалів та представлені розраховані та скореговані рецептури пігментованих матеріалів із заданими значеннями VOC для декоративних, захисних покриттів на виробках з металу, дерева, пластику. Зміст VOC у ЛФМ відповідно до Технічного регламенту вимірюється у готовому до використання матеріалі. Перед нанесенням ЛФМ його необхідно підготувати, додати розчинник для доведення до робочої в'язкості залежно від обраного методу нанесення. Тому доцільним є розгляд концепцій як збільшення, так і зменшення кількості розчинника у складі ЛФМ.

У разі збільшення кількості розчинника при розведенні ЛФМ значення VOC розраховується за такою формулою:

$$VOC = 1000 \cdot \left(\frac{100 + x_i - NV_{m0}}{100 / \rho_{c0} + x_i / \rho_s} \right), \quad (1)$$

У випадку зменшення кількості розчинника у складі розчину органічного олігомеру для одержання заданого значення VOC використовують формулу:

$$VOC = 1000 \cdot \left(\frac{100 - x_i - NV_{m0}}{100 / \rho_{c0} - x_i / \rho_s} \right), \quad (2)$$

де x_i – кількість розчинника для розведення чи згущення ЛФМ; ρ_{c0} – щільність ЛФМ, NV_{m0} – вміст нелетких речовин у ЛФМ, %.

Одержані результати з аналізу, корегування, розрахунків рецептур дозволяють за рис. 1 визначити для обраного інтервалу VOC та для певної щільності матеріалу необхідну кількість розчинника для видалення з органічного олігомеру. Наприклад, для VOC від 200 до 300 г/л при щільностях матеріалів від 1230 кг/м³ до 1270 кг/м³ кількість розчинника для видалення буде складати 13–19 г.

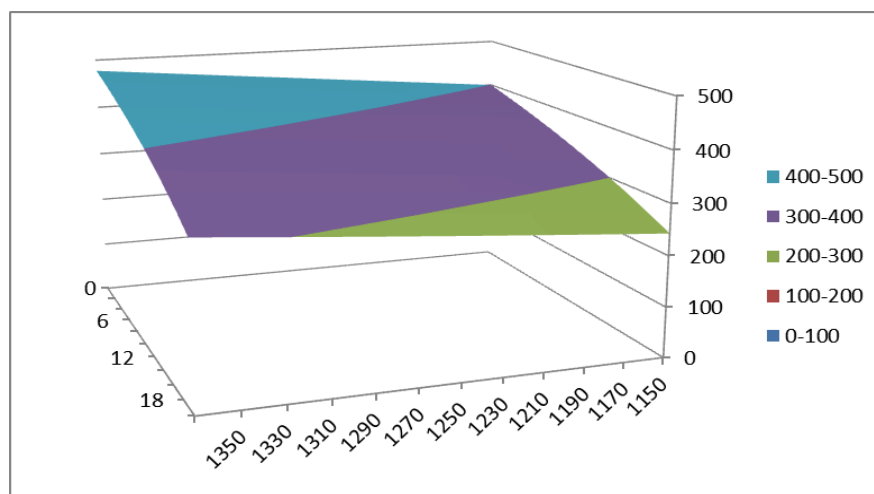


Рис. 1. Залежність вмісту VOC від щільності ЛФМ та кількості розчинника для видалення.

Таким чином, в роботі запропоновано шляхи отримання пігментованих матеріалів з низьким вмістом VOC внаслідок зменшення щільності пігментів і наповнювачів і збільшення вмісту нелетких речовин лаків до 56 для VOC 400 г/л і 70 % для VOC 300 г/л. та представлені рецептури матеріалів, які відповідають вимогам Технічного регламенту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pellegrine B., Soucek M. D. Effect of humidity on curing of alkoxy silane-functionalized alkyd coatings. *Journal of Coatings Technology and Research*. 18(6). 2021. P. 1543–1555.
2. Zhong S., Qin K., Hou Y., Xu T., Cai Y., & Yi L. Waterborne corrosion-resistant hydrophobic alkyd resin composite coatings modified with fluorinated acrylate-siloxane and submicron-sheet zinc phosphate pigment. *Journal of Coatings Technology and Research*. 18(5). 2021. P.1309–1320.
3. Gurina G., Fogelberg J., Kot A., Rohozhyn R. Low voc alkyd paints Proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to the 80th anniversary of the Department of Chemistry of KhNUMG. O.M. Beketova "Current issues of chemistry and integrated technologies". Kharkiv: KhNUMG them O.M. Beketova, 2019. 115 с.

ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ КИСЛОТНО-ЛУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНІ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Данченко Ю.М.¹, д.т.н., професор,

Андронов В.А.², д.т.н., професор,

Олійник Г.С.³, к.т.н., доцент

¹Національна академія національної гвардії України,

²Національний університет цивільного захисту України,

³Хмельницький національний університет

Дисперсні і порошкові матеріали різного походження мають великий попит у широкому діапазоні галузей промисловості. Це пов'язано з унікальними властивостями поверхні дисперсних частинок, які залежать від хімічного складу та природи мінералів (у випадку кристалічної будови), розміру частинок (дисперсності), будови поверхневого шару дисперсних частинок. Поверхневі властивості дисперсних матеріалів також можуть бути зумовлені хімічною природою, умовами зберігання, дисперсністю та способом попередньої хімічної, фізичної або механічної обробки. Особливої уваги потребує вивчення кислотно-лужних властивостей поверхні дисперсних матеріалів, на якій відбуваються взаємодії між поверхневими функціональними групами (функціоналами кислотного або лужного характеру) та навколишнім середовищем – газами або рідинами. Закономірності взаємодій на поверхні поділу фаз в будь-якому випадку можна описати як реакції між кислотами та лугами за механізмами Бренстеда (протонні реакції) або Льюїса (апротонні реакції).

Дисперсні частинки матеріалів мають надлишкову поверхневу енергію, до складу якої входить кислотно-основна (полярна) енергія поверхневих центрів адсорбції, які адсорбують молекули води з повітря, утворюючи низку функціональних груп (функціоналів) з широким спектром кислотно-лужних властивостей. Вплив хімічно та фізично адсорбованої води на кислотно-лужні властивості поверхні підтверджується експериментально. Доведено, що при випалюванні або при механічній обробці (перемелюванні) змінюються кількість та кислотно-лужні характеристики активних центрів на поверхні дисперсних матеріалів. При адсорбції води на твердій поверхні будь-якої будови утворюється гідроксильно-гідратний шар, який характеризується широким спектром активних центрів адсорбції (АЦА), кислотно-лужні властивості яких викликають великий науковий інтерес, але вивчені недостатньо.

Вважається, що структура поверхневого гідроксильно-гідратного шару складається з хімічно зв'язаних молекул води, які утворюють перший нижній гідроксильний шар ОН-груп (центрів Бренстеда), який також може містити певну кількість апротонних центрів Льюїса та наступних більш віддалених від твердої поверхні гідратних шарів з молекул води, пов'язаних з гідроксильним шаром за рахунок водневих та інших фізико-хімічних зв'язків. Всі види функціональних груп по суті є активними адсорбційними центрами, які в тій чи іншій мірі здатні адсорбувати будь-які хімічні речовини або елементарні частинки – молекули, атоми, іони, електрони, радикали тощо з зовнішнього газоподібного або рідкого середовища. Отже, назва «активний центр адсорбції» (АЦА) є виправданою та може використовуватись до будь-якого функціоналу твердої поверхні.

Природа та кислотно-лужні властивості АЦА найбільш детально вивчені для дисперсних кристалічних матеріалів неорганічної природи, що пов'язано з більш-менш відомим хімічним складом та кристалічною будовою. Складність дослідження поверхні дисперсних неорганічних матеріалів аморфної будови або матеріалів органічного

походження викликана необхідністю ідентифікації поверхні зі складною хімічною будовою і нестабільним складом. Характеристики складових таких матеріалів – густина, молекулярна маса, молекулярна і надмолекулярна структура, температура розкладу, розчинність у розчинниках, теплоємність мають дуже широкий діапазон. Тому, більшість хімічних і фізико-хімічних експериментальних методів для дослідження поверхневих властивостей матеріалів аморфної будови неприйнятні.

Серед експериментальних найбільш інформативними і простими у використанні є потенціометричні методи, які дозволяють досліджувати кислотно-лужні поверхневі властивості дисперсних матеріалів у суспензіях, а також не потребують складного лабораторного обладнання.

В задачу потенціометричного дослідження входить визначення ізоадсорбційного стану поверхні, тобто пошук такого стану дисперсної системи (суспензії), за якого масоперенос протіонів з рідкої фази до поверхні твердого тіла не відбувається. Такий стан називається «нульовим», а електричний потенціал на твердому тілі в розчині – точка нульового заряду ТНЗ. Цей потенціал дорівнює від'ємному значенню десятичного логарифму концентрації потенціал визначального іона. У випадку OH^- або H^+ потенціал визначальних іонів (що є найбільш логічним та зручним з точки зору визначення кислотно-лужних властивостей) ізоадсорбційний стан поверхні характеризується значенням $\text{pH}_{\text{ТНЗ}}$.

Ізоадсорбційний стан поверхні твердого тіла в суспензіях та кислотно-лужні властивості в дисперсних системах в цілому найбільш зручно досліджувати методами потенціометрії. В теперішній час розроблено декілька варіантів методик потенціометричного визначення $\text{pH}_{\text{ТНЗ}}$, які засновані на одному загальному принципі – дослідженні закономірностей поглинання поверхнею твердого тіла іонів OH^- або H^+ з рідин (електролітів) різної кислотності та вибір такого значення pH розчину електроліту, яке не змінюється при контакті з твердим тілом, тобто характеризує рівновагу на поверхні поділу фаз. Наявність різних варіантів пов'язані з пошуком найбільшої інформативності, експресності та доступності методик. Всі методики можна розділити на дві групи: в одних ізоадсорбційний стан оцінюється значеннями pH суспензій, в інших – pH фільтратів суспензій. З першої групи методик особливої уваги заслуговують спосіб Нечипоренко та спосіб Паркса-Бобиренка з використанням потенціометричного титрування.

Спосіб Нечипоренко найбільш простий у виконанні, експресний та інформативний. В даній методиці розглядається закономірність зміни значення pH суспензії ($\text{pH}_{\text{сусп}}$) в часі (t), тобто залежність « $\text{pH}_{\text{сусп}}=f(t)$ ». Розглядаючи процес та закономірності зміни $\text{pH}_{\text{сусп}}$ в часі можна визначити інтегральну (загальну) кислотність твердої поверхні та розподіл і деякі якісні характеристики поверхневих АЦА.

Розширює уявлення про кислотно-лужні властивості твердої поверхні дисперсного матеріалу при потенціометричних дослідженнях суспензій спосіб Паркса-Бобиренка з використанням потенціометричного титрування. Значення $\text{pH}_{\text{ТНЗ}}$ оцінюється за точкою перетину кривих потенціометричного титрування розчину електроліту (холостий дослід) та суспензії дисперсного матеріалу в цьому електроліті (робоче титрування).

**ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ У НОРМАТИВНО ПРАВОВИХ АКТАХ
УКРАЇНИ З ПИТАНЬ ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТУ****Каращук В.В.***Вище професійне училище Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності (м. Вінниця)*

Готовність аварійно-рятувальних підрозділів спеціального призначення (надалі – АРЗСП) до реагування на надзвичайні ситуації радіаційного, хімічного та біологічного характеру по-суті визначається трьома основними складовими: належною і сучасною нормативно-правовою базою, кваліфікованим персоналом та відповідним матеріально-технічним забезпеченням. Зазначимо, що за останній період і матеріально-технічне забезпечення і кадровий склад позитивно трансформувалися, що в свою чергу вплинуло на якість виконання завдань за призначенням, проте є певні невідповідності вимогам сьогодення у нормативно-правовому полі з питань хімічної безпеки та захисту.

Перше, на що слід звернути увагу, це ідентифікація небезпечних хімічних речовин (небезпечних вантажів) візуально-документальним способом. Чинне законодавство України пропонує ідентифікувати їх крізь призму ДСТУ 4500-5:2005 «Вантажі небезпечні. Маркування» [1]. Відповідно у даному стандарті небезпечні вантажі розділені на дев'ять основних класів, де кожен має своє маркування й ряд уточнень до нього. Здавалося б, що тут не так? Проте, за маркуванням, у вигляді ромбів, досить важко визначити характер небезпек навіть досвідченому фахівцю. Для вирішення цього питання варто б було інтегрувати систему NFPA 704 Стандартизована система для ідентифікації небезпечних матеріалів при ліквідації надзвичайних ситуацій [2]. Вказана система - це стандарт, що підтримується американською організацією NFPA і враховує елементи «fire diamond»/«Safety Square», що використовуються персоналом аварійно-рятувальних служб для швидкого визначення рівнів ризику, пов'язаних із низкою небезпечних речовин і матеріалів. Система допомагає визначити, яке спеціальне обладнання, дії та запобіжні заходи слід використовувати при надзвичайних ситуацій з небезпечними вантажами. Чотири поля, позначені кольорами у ромбі: синє позначає небезпеку здоров'ю (токсичність), червоне – пожежонебезпечність, жовте – хімічну стабільність і біле виділено для спеціальних кодів окремих небезпек. Перші три категорії оцінюються за шкалою від 0 (немає небезпеки, стабільна речовина) до 4 (серйозний ризик аж до смерті).

**Рис. 1. Класи безпеки для NH₃.**

В 2022 році в Йоганнесбурзі на Саміті ООН прийняли альтернативну систему GHS: Global Harmonised System. Це система класифікації та маркування хімічних речовин та сумішей, створена ООН з метою приведення до єдиного стандарту критеріїв оцінки ступенів небезпеки, що використовуються у різних країнах, а також систем маркування та повідомлень про небезпеку [3]. Якщо порівняти її з нашою то все ж таки вона простіша у використанні.

Другим є питання щодо аварійних карток на небезпечні вантажі. В Україні діє наказ МНС від 13.10.2008 року № 733 «Про затвердження Рекомендацій щодо захисту особового складу під час ліквідації наслідків аварій з НХР». В вказаних Рекомендаціях наведена структура аварійних карток на небезпечні речовини, якими користуються підрозділи АРЗСП. Враховуючи тенденцію євроінтеграції, структуру аварійних карток та їх зміст слід переформатувати із внесенням вимог ICSC: International Chemical Safety Cards, що підтримуються Європейським Союзом про міжнародні картки хімічної безпеки [4]. Переформатування дозволить спростити сприйняття інформації для прийняття оперативних рішень.

По-третє, дещо виникають проблемні питання щодо оцінки ступеня токсичності хімічних сполук. Чинним законодавством України, зокрема наказом МНС України «Про затвердження Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин» від 22.03.2012 № 627 визначено 4 класи небезпеки з використанням показника ГДК_{р.з.}. Проте, враховуючи тенденції світової практики токсичність зручніше визначати в частках на мільйон (ppm). Одним з аргументів є чимала кількість приладів, бази яких включають дану величину в архіві небезпечних речовин: прилади серії Dräger, Testo тощо. Багато хто вважає, що 1 мг/м³ становить 1 ppm, але це хибне твердження. Взаємоперетворення одиниць можливе, проте слід зробити певні перерахунки за формулою (1):

$$C_{\text{нхр}}=0,12 \cdot 10^{-3} C_a \cdot M \cdot P \cdot T^{-1} \quad (1)$$

де: C_a – значення концентрації в (ppm); M – молярна маса парів в (кг/моль); P – тиск в (Па) при вимірюванні; T – температура в (⁰ K).

В четвертому випадку питання виникають у класифікації засобів захисту органів дихання та зору. В ДСТУ 7239:2011 «Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація» лише визначено без деталізації засоби захисту від хімічних ушкоджень та покриття на них з плівок [5]. Питання не в класифікації, а у рекомендаціях вибору їх у конкретній ситуації: луги, кислоти, розчинники, висока та низька температура тощо. Хоча по факту вибір зводиться до застосування універсальних, і в більшості – застарілих.

Таким чином стає зрозуміло, що слід переглянути нормативно-правову базу з питань хімічної безпеки та захисту. Увідповіднити її вимогам сьогодення та світових практик, застосувати принцип від «складнішого до простішого».

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4500-5:2005 Вантажі небезпечні. Маркування. Офіц. Вид. Київ : УкрНДІМФ, 2005. URL: <https://dnaop.com/html/61331/doc.4500-5:2005>
2. NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. URL: <https://www.mysafetylabels.com>
3. GHS Global Harmonised System. URL: <https://www.products.pcc.eu>
4. ICSC: International Chemical Safety Cards. URL: <https://www.ilo.org>
5. ДСТУ 7239:2011 «Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація». Офіц. Вид. Київ : ННДІПБОП, 2011. URL: <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu7239:2011.pdf>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА НАДІЙНІСТЬ ФАНЕРИ НА СУХИХ КЛЕЯХ

*Мазурчук С.М.¹, к.т.н.,
Цанко Ю.В.^{1,2}, д.т.н., професор,
Горбачова О.Ю.¹, к.т.н.,
Цанко О.Ю.³, к.т.н.*

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,

²Київський національний університет будівництва і архітектури,

³Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

В даний час фанера є популярним конструкційним матеріалом, який використовується в будівництві та інших сферах. Однак, його фізико-механічні властивості, такі як міцність і водостійкість, не повністю задовольняють вимогам споживачів. Під час експлуатації фанери в середовищі зі змінними температурно-вологісними умовами термін служби матеріалу без будь-якої захисної обробки незначний. В останні роки в деревообробній промисловості розроблено численні способи покращення фізико-механічних та екологічних характеристик фанери. Вони базуються на модифікації або створенні нових видів клейових композицій із поліпшеною адгезією, водостійкістю і зниженою токсичністю [1]. Науковці для створення водонепроникного будівельного шпону проводять високотемпературну обробку березової фанери в розрідженому середовищі. Для виробництва фанери підвищеної водостійкості переважно застосовують смоли, що містять токсичний формальдегід. Його виділення з готових виробів в середовище становить серйозну небезпеку для здоров'я людини. Тому існує заборона на використання водостійкої фанери в умовах приміщення.

У той же час відомо, що термічна модифікація – це високотемпературна технологія обробки деревини без доступу кисню повітря, яка сприяє зменшенню водопоглинання за рахунок зміни структурних елементів [2]. Таким чином технологія виготовлення фанери сьогодні повинна забезпечувати не тільки підвищення її експлуатаційних параметрів, а й вирішувати екологічну безпеку.

Для встановлення фізико-механічних характеристик матеріалів використовували зразки у вигляді пресованої фанери, виготовленої на основі сухих сумішей поліефірної смоли. При цьому сухі суміші поліефірної смоли наносили рівномірно пензлем на поверхню шпону. Далі формували пакет необхідної товщини та поміщали у прес попередньо розігрітий до температури 200 °С. Створювали тиск на пресі 15÷20 МПа та витримували протягом 10 хвилин. Після чого фанеру діставали з преса для технологічної витримки.

Визначення міцності на згин проводили згідно з EN 310, а сколювання деревини проводили згідно з EN 314-1 та EN 314-2.

Визначення вологопоглинання проводили за методикою, суть якої полягає в тому, що зразки фанери розміщували в ексикаторі з насиченим розчином соди. Додатково в розчині просочували фільтрувальний папір для підвищення вологості середовища.

На основі експериментальних даних встановлено, що границя міцності при статичному згині вдовж волокон лицьових шарів фанери є вищою нормативною. Отже, у фанери виготовленої за температури 200 °С і часу 10 хв. межа міцності становила 66,2 МПа, у виготовленої за температури 240 °С і часу 10 хв. – 57,4 МПа, (за норми не менше 55 МПа).

Перед визначенням границі міцності під час сколювання по клеєному шару зразки вимочували у воді протягом 24 годин, а потім визначали максимальне навантаження, при якому проходило руйнування зразка. Встановлено, що границя міцності під час сколювання по клеєному шару фанери не зменшилася і перевищує нормоване значення як після сухої витримки, так і після вимочування (за норми не менше 1,5 МПа).

На рис. 1 приведено процес волопоглинання зразків фанери.

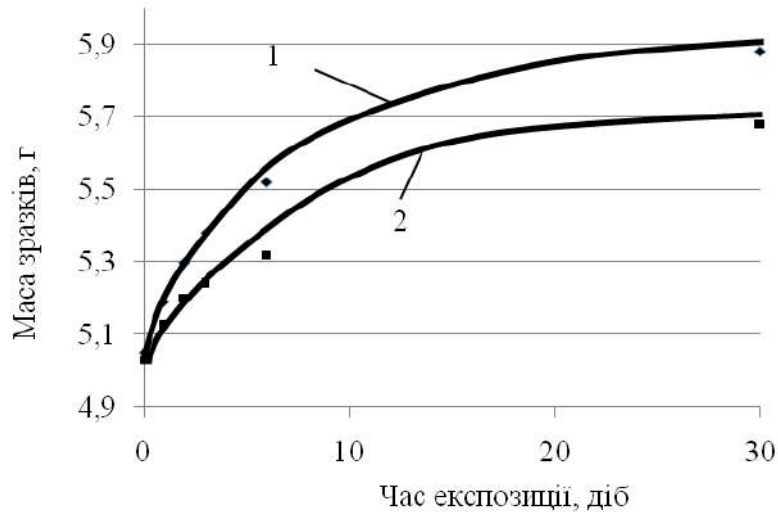


Рис. 1. Динаміка волопоглинання фанерою: 1 – фанера виготовлена за температури 200 °C і часу 10 хв., 2 – фанера виготовлена за температури 240 °C і часу 10 хв.

Отже, проведеними дослідженнями (рис. 1) встановлено, що дія високої температури під час виготовлення фанери також позитивно вплинула на зменшення її величини волопоглинання.

Таким чином, у результаті експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність виготовлення фанери на сухих клейових сумішах поліефірних смол. Границя міцності при статичному згині вдовж волокон лицьових шарів фанери перевищує нормоване значення в 1,2 рази для фанери пресованої за 200 °C та в 1,04 рази – за 240 °C. Щодо межі міцності на сколювання по клеєному шару фанери – виявлено покращення. Отримані показники перевищують нормоване значення для обох видів фанери та після сухої витримки і після вимочування.

Встановлено, що із збільшенням температури модифікування до 240 °C, волопоглинання знижується на понад 3,5 %. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на створення нових способів отримання виробів з деревини та визначення умов її експлуатації на різних об'єктах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tsapko Yu., Horbachova O., Mazurchuk S., Bondarenko O. Specific Aspects of the Study of the Surface Properties of Plywood. Materials Science Forum. 2022. 1066. P. 175–182. DOI: 10.4028/p-b15jpx
2. Tsapko Y., Horbachova O., Mazurchuk S., Bondarenko O. Study of resistance of thermomodified wood to the influence of natural conditions. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 1164 (1). 012080. DOI: 10.1088/1757-899X/1164/1/012080

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА ОСНОВІ ЛЕГКИХ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

*Макаренко В.С., ад'юнкт,
Кіреєв О.О., д.т.н., професор*

Національний університет цивільного захисту України

Гасіння горючих рідин (ГР) є однією з найскладніших проблем пожежогасіння. Особливо великі труднощі викликає гасіння легкозаймистих рідин (ЛЗР). Такі пожежі характеризуються великою тривалістю, високим матеріальним збитком і нерідко людськими жертвами [1].

Для гасіння легкозаймистих рідин пропонується використовувати багатокомпонентну систему пожежогасіння, що складається з двох шарів. Перший шар призначений для забезпечення плавучості системи пожежогасіння. Як матеріал цього шару пропонується використовувати подрібнене піноскло. В якості матеріалу верхнього шару пропонується використовувати легко дисперсні матеріали з підвищеними теплоізоляційними властивостями, а саме спучений перліт та вермикуліт 2-х розмірів.

Метою роботи є експериментальне дослідження впливу властивостей багатокомпонентної системи на основі легких сипких матеріалів на гасіння гептану.

На основі отриманих результатів було розраховано поверхневу вогнегасну витрату (Φ) кристалогідрату гідрофосфату натрію, яка забезпечує гасіння гептану:

$$\Phi = \frac{m}{S}, \quad (1)$$

де m – маса дрібнодисперсного кристалогідрату гідрофосфату натрію; S – площа поверхні рідини.

Дослідження сухих та змочених матеріалів проводились за такою ж самою методикою. Через 1 хвилину вільного горіння наносився базовий шар піноскла товщиною 4 см. Через 2 хвилини послідовно наносилися шари легкого пористого матеріалу товщиною по 2 см. Після загасання через 1 хвилину проводилось повторне займання. Маса речовин визначалась за допомогою ваг безперервного зважування ТНВ–600 з точністю $\pm 0,01$ г. Об'єми рідких речовин відмірялися за допомогою мірних циліндрів. Результати наведені в таблиці 1.

Також було проведено ряд експериментів з використанням кристалогідрату гідрофосфату натрію ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$). Охолоджуюча і розбавляюча дія кристалогідратів збільшується зі зростанням масового вмісту води. Крім того, був розроблений метод введення гідрофосфату натрію шляхом просочення сипкого матеріалу його насиченим водним розчином. У такому випадку за сприятливих умов в результаті випарування води на поверхні сипкого матеріалу можливе утворення шару твердого кристалогідрату. Результати експериментів наведені в таблиці 1.

Процедура змочування сипких матеріалів виконувалась таким чином. Гранульований матеріал спочатку зважувався, заливався насиченим розчином гідрофосфату натрію і притоплювався на 5 хвилин важкою пластиною. Потім висипався на металічну сітку і протягом 1 хвилини стряхувався. Після цього змочений сипкий матеріал висипався в лабораторне модельне вогнище пожежі класу «В» до моменту повного загасання. Маса гідрофосфату натрію, що засипана, визначалась по різниці початкової маси і його маси після засипання. Основні етапи експерименту ілюстровані на рис. 1.

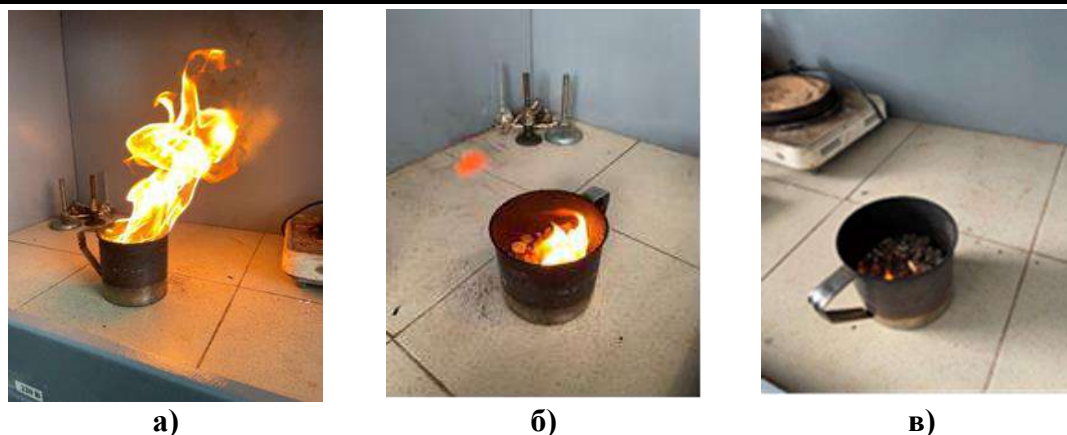


Рис. 1. Етапи проведення експерименту: а) горіння гептану без вогнегасного шару; б) помірне горіння після засипки базового шару піноскла+ 0,5 см перліту; в) поступове загасання після засипання кристалогідрату.

Таблиця 1. Результати експериментів для гасіння гептану

Матеріал	Маса
Піноскло	39 г
Перліт	43 г
Вермикуліт малий	69,5 г
Вермикуліт великий	52,21 г
Змочений перліт водою	22,59 г
Змочений вермикуліт-1 водою	21,05 г
Змочений вермикуліт-2 водою	23,07 г
Перліт змочений розчином гідрофосфату натрію	11,96 г
Вермикуліт-1 змочений розчином гідрофосфату натрію	19,24 г
Вермикуліт-2 змочений розчином гідрофосфату натрію	27,3 г
Перліт розпиленою водою	18 г
Вермикуліт-1 розпиленою водою	24 г
Вермикуліт-2 розпиленою водою	30 г
Перліт розпилений розчином гідрофосфату натрію	13 г
Вермикуліт-1 розпилений розчином гідрофосфату натрію	20 г
Вермикуліт-2 розпилений розчином гідрофосфату натрію	26 г

Експериментально встановлено, для гасіння гептану потрібен шар сухого ПС 6 см. У випадку застосування сухих спучених перліту та вермикуліту такий шар складає 4 см. В разі використання змочених матеріалів потрібен шар ПС 5 см, а перліту та вермикуліту – 0,5 см. Найкраще показав себе перліт розпилений розчином гідрофосфату натрію з масою розчину 13 г.

ЛІТЕРАТУРА

1. Campbell R. Fires at Outside Storage Tanks. National fire protection association. 2014.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕНИХ
РАДІОНУКЛІДАМИ РЕЧОВИН ШЛЯХОМ ЇХ ПЕРЕМІШУВАННЯ***Машиністов В.Є., к.т.н., доцент,**Балакін В.Ф., д.т.н., професор,**Романько Я.В., к.т.н., доцент,**Мешкова А.Г.**Український державний університет науки і технологій*

В процесі виробничої діяльності на об'єктах ядерної енергетики та при аваріях на них, має місце забруднення радіонуклідами речовин, із яких складаються всі об'єкти навколишнього середовища. Зокрема, при аваріях на АЕС з викидом в навколишнє середовище радіонуклідів створюються зони, на яких знаходиться велика кількість забруднених радіонуклідами житлових, адміністративних та промислових будівель і споруд.

Забруднення територій та об'єктів обумовлене насамперед забрудненням цезієм-137, який є джерелом небезпечного гамма-випромінювання. Ці об'єкти повинні виводитися з обігу, що, в свою чергу, потребує вирішення низки питань щодо організації їх утилізації, зберігання, захоронення, а також забезпечення радіаційної безпеки населення та персоналу об'єктів, недопущення додаткового радіаційного забруднення природного середовища в місцях їх знаходження. Все це потребує значних матеріальних і фінансових витрат.

У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває завдання ліквідації наслідків радіаційних аварій, очищення від радіонуклідів територій і об'єктів з метою забезпечення можливості їх подальшого застосування в промисловості, будівництві та інших сферах техногенної діяльності.

Співробітниками УДУНТ пропонується підхід, який дозволяє повернути в промислове виробництво в якості вторинної сировини речовин, із яких складаються забруднені радіонуклідами техногенні об'єкти.

Основою підходу, який викладений в [1], є властивість природи до внутрішнього протирадіаційного самозахисту, оскільки закони, яким підпорядковується її існування, усувають вплив на людину такого небезпечного фактору як іонізуюча радіація. Зокрема, використовуються такі природні явища, як перемішування речовин, із яких складається середовище перебування людини та поглинання іонізуючого випромінювання при його поширенні в цьому середовищі.

Наочною ілюстрацією здатності природи до самозахисту є сам факт існування життя на Землі, в усіх сферах якої (літосфері, гідросфері, атмосфері і біосфері) міститься велика кількість радіонуклідів. Якби не було поглинання гамма-випромінювання в їхній речовині та її перемішування, то під дією критично високого рівня радіації, створеного всіма цими елементарними випромінювачами, людина, що знаходиться на земній поверхні, не змогла б вижити.

Повернення в господарський обіг речовин, з яких створені будівлі та споруди, поверхня яких забруднена радіонуклідами, можливе шляхом їх демонтажу з наступним подрібненням їх матеріалів до розмірів щебеню та перемішуванням. Принципова можливість реалізації такого способу забезпечується перетворенням поверхневого забруднення цих об'єктів в об'ємне з рівномірним розподілом радіонуклідів по всьому об'єму створеного при подрібненні матеріалу. Таким самим залишається цей розподіл і у виробках, виготовлених із отриманої сировини.

Найбільш прийнятним способом знесення будівель і споруд може бути їх руйнування за допомогою спрямованого вибуху. На практиці подрібнення отриманих фрагментів зруйнованих будівель та споруд здійснюється за допомогою спеціальних пересувних млинів, подрібнювачів каменю або на стаціонарному аналогічному устаткуванні.

Радіонукліди, що знаходяться в об'ємі отриманої продукції, представляють собою елементарні ізотропні джерела іонізуючого випромінювання різних видів. Альфа і бета-випромінювання практично повністю поглинаються в об'ємі отриманих виробів. За їх межі виходить гамма-випромінювання лише тих радіонуклідів, які знаходяться в поверхневому шарі перемішаної речовини товщиною декілька сантиметрів. В результаті істотно зменшується рівень іонізуючого випромінювання з поверхні виготовленої продукції в порівнянні з тим, яким він був до перемішування.

Для забезпечення радіаційної безпеки вихідної продукції кількість гамма-випромінюючих радіонуклідів, яка може бути в об'ємі готової продукції, не повинна перевищувати допустимого значення. Вона визначається заздалегідь і розраховується за методикою, що розроблена в рамках виконаних авторами досліджень.

Явище поглинання іонізуючого випромінювання в матеріалі джерела може бути ефективно використано для отримання з об'єктів та матеріалів із забрудненою радіонуклідами поверхнею безпечної у радіаційному відношенні сировини. Для цього достатньо знижувати рівень випромінювання із забрудненою радіонуклідами поверхні об'єкта до рівня природного радіаційного фону.

Отримана маса, що радіаційно безпечна, може бути використана для виготовлення бетонних блоків, проведення бетонних робіт безпосередньо на будівельних майданчиках, греблях, автомобільних та залізничних магістралях.

Таким чином в дослідженні показана принципова можливість повернути техногенні об'єкти, поверхня яких забруднена радіонуклідами, в господарський обіг як вторинну сировину. Основою розглянутого підходу є демонтаж таких об'єктів з подальшим роздрібненням утворених фрагментів до невеликих розмірів та їх перемішуванням. При цьому радіонукліди із забруднених поверхонь переводяться в об'єм отриманої маси і розподіляються в ньому рівномірно. В результаті техногенний об'єкт як джерело іонізуючого випромінювання з поверхневим забрудненням радіонуклідами перетворюється на джерело з рівномірним розподілом елементарних випромінювачів у його масі. Це створює умови для отримання радіаційно безпечної сировини, оскільки гамма-випромінювання значної частини радіонуклідів поглинається в самому джерелі, тобто має місце ефект самозахисту.

Застосування цього підходу дозволить повернути в промисловість великі об'єми радіоактивно забруднених матеріалів і призведе до суттєвого поліпшення екологічної обстановки, а також створить у суспільстві сприятливий соціально-психологічний клімат, який сприятиме подальшому ефективному розвитку ядерної енергетики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Машинистов В. Е., Балакин В. Ф., Коверя А. С. Решение проблемы утилизации радиоактивно загрязненных объектов на основе эффекта самодезактивации. *Екологічні науки*. 2020. № 1 (28). С. 173–181.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОСТРУКТУР ОКСИДУ ЦИНКУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ І ЛЕГКОЗАЙМИСТИХ ГАЗІВ

Мінська Н.В., д.т.н., доцент,

Кулинич Ю.В.,

Бобрін М.М.

Національний університет цивільного захисту України

Зруйновані нафтобази, підприємства, заводи, випалені ліси, набої, які розриваються, горіння техніки, мастила, дизелю і бензину створюють серйозну проблему для виживання живих істот та навколишнього середовища. До окремої категорії небезпек можна віднести витіки вибухонебезпечних і легкозаймистих газів [1]. Отже, пристрої для моніторингу стану газового середовища в реальному часі є, вкрай, важливими, для своєчасного запобігання надзвичайним ситуаціям, захисту населення та навколишнього середовища. Газові датчики на основі наноструктур ZnO є одними з найбільш прийнятних кандидатів, де потрібне виявлення вибухових і токсичних газів у реальному часі.

В роботі досліджена технологія створення чутливих газових сенсорів на основі оксиду цинку. Вирощування наноструктур оксиду цинку відбувалося у два етапи. Спочатку на підкладки золь-гель методом нанесли початковий шар. В якості підкладки використовувалися скляні пластини. Усі підкладки попередньо були ретельно очищені за допомогою ультразвуку, спочатку в ацетоні, а потім в етанолі протягом 10 хвилин.

За результатами досліджень електричних властивостей були побудовані вольт-амперні характеристики (ВАХ). За виглядом ВАХ можна оцінити відгук сенсорного елемента в повітрі. Отримані вольт-амперні характеристики досліджуваного зразку оксиду цинку в чистому повітрі в діапазоні значень початкової напруги 5–30 В за температур 320, 370 та 450 К, представлені на рис. 1.

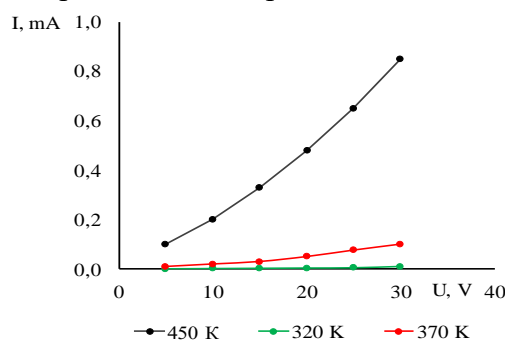


Рис. 1. Вольт-амперні характеристики зразків наноструктурованого оксиду цинку.

Отримані експериментальні вольт-амперні характеристики оксиду цинку в чистому повітрі в діапазоні значень початкової напруги 5–30 В за температур 320, 370 та 450 К пояснюються особливостями морфології досліджуваного зразка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Neshpor O., Deyneko N., Ponomarenko R., Maiboroda A., Kropyva M., Blyashenko O., Yeremenko S., Sydorenko V., Servatyuk V., Pruskyi A. Optimization of the technology for designing sensitive gas sensors based on zinc oxide using a sol-gel method. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4(5 (118)). P. 30–36. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263686>

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФОСФОРВМІСНИХ КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ПОКРИТТІВ НА
ОСНОВІ РІДКОГО СКЛА ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Скородумова О.Б., д.т.н., професор,

Тарахно О.В., д.т.н., професор,

Бабаєв А.М., ад'юнкт,

Чернуха А.А., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Останнім часом все більше публікацій з'являється стосовно досліджень в області пошуку нових методів поверхневої обробки волокон текстильних матеріалів з метою підвищення вогнезахисних властивостей. Достатньо робіт присвячено методам введення атомів нітрогену та фосфору в структуру вогнезахисної композиції на основі кремнійорганічних речовин різних класів, ступеню розвинення поверхні та кількості прищеплених функціональних груп. Але здебільшого ставиться наголос на використання складних кремнійорганічних структур що піддаються поліконденсації з утворенням або сполук включення, або клатратів фосфору або нітрогену в шарі захисної композиції на поверхні волокон текстилю. Як прекурсор фосфору для вогнезахисної композиції використовують червоний фосфор, фосфорорганічні сполуки, різні фосфати, полі фосфати, ортофосфорну кислоту тощо. Зазвичай у комплексі з кремнійорганічною сполукою складної просторової будови утворюється токсична сполука або силікофосфатна сполука, яка розкладається під дією вогню з утворенням токсичних продуктів термодеструкції. Введенням фосфору в структуру кремнійорганічної сполуки досягається синергетичний ефект вогнезахисної дії тканини, але виникає питання збереження навколишнього середовища від впливу продуктів терморозкладення вогнезахисної композиції.

Тому доцільним представлялось обрати такий склад вогнезахисної композиції, який не сприяє утворенню токсичних продуктів.

Потрібно також брати до уваги, що на рівень вогнезахисної дії впливає метод нанесення захисної композиції. Найчастіше використовують золь-гель метод, пошарову збірку, осадження наночастинок на поверхню волокон, а також хімічну модифікацію синтетичних волокон безпосередньо під час їх витягування з розплаву. Останнім часом використовують комбінований метод пошарової збірки, коли шари кремнійорганічної сполуки наносяться за допомогою золь-гель методу, а розчини антипіренів або їх суміші – методом осадження на поверхні силікатного покриття з подальшим закріпленням шляхом відповідної термічної обробки.

Найбільш перспективним показав себе комбінований спосіб нанесення захисних покриттів, в якому використані основні переваги золь-гель методу та пошарової збірки.

В даних дослідженнях комбінованим способом на бавовняну тканину наносили вогнезахисну композицію, яка одержана дією оцтової кислоти на водний розчин рідкого скла з додаванням ортофосфорної кислоти та амоній дигідрофосфату (АДГФ).

В попередніх публікаціях авторами було доведено, що стійкість золю кремнекислоти, що утворюється в результаті обмінної реакції між силікатом натрію (основною речовиною в рідкому склі) та оцтовою кислотою, залежить від концентрації вихідних компонентів та буферної ємності буферного ацетатного розчину, що утворюється. Намагаючись встановити оптимальний вміст фосфорвмісної добавки було проведено дослідження індукційного періоду під час старіння золю кремнекислоти з фосфорвмісними добавками шляхом визначення оптичної густини золю на фотоколориметрі КФК-2.

Встановлено, що введення розбавленої ортофосфорної кислоти (рН 1) в розчин кремнекислоти з рН 5–6 не змінює його в інтервалі вмісту 0,1–4 об.% H_3PO_4 . Композиції характеризувалися прозорістю, великою текучістю та малою в'язкістю. Було встановлено, що з підвищенням вмісту ортофосфорної кислоти термін життя композиції декілька зменшувався: від 110 хв (2 % H_3PO_4) до 75 хв (4 % H_3PO_4). Аналіз кривих змінення оптичної густини цих композицій показав, що процес зростання колоїдних частинок золю та їх об'єднання в крупні асоціати розпочинається приблизно через 45 хвилин у композиції з 0,1 % та 4 % H_3PO_4 після приготування та через 60 хв у композиції з 2 % H_3PO_4 , що відповідає підвищенню кута нахилу дотичної до кривих оптичної густини.

Після завершення процесу коагуляції композиції залишаються прозорими. Тонкі плівки композиції нанесені на полімерну основу мають однорідну щільну структуру, м'які та еластичні.

Водні розчини амоній дигідрофосфату характеризуються рН 6, тому в золь кремнекислоти додавали водні розчини АДГФ в рівній кількості, але різної концентрації: 10, 15 та 20 %. Дослідження композицій показало, що незалежно від концентрації розчину добавки термін живучості композиції складав близько 1 години. Не зважаючи на те, що рН АДГФ практично дорівнює рН золю кремнекислоти, процес зростання колоїдних частинок золю та їх об'єднання в крупні асоціати розпочинається раніше ніж в композиціях з ортофосфорною кислотою та складає близько 25 хв для композицій що містять 15 та 20 % АДГФ та близько 30 хв для композицій з меншою концентрацією АДГФ. Це, ймовірно, можна пояснити перебігом обмінної реакції між АДГФ та ацетатом натрію, який утворився в результаті попередньої реакції рідкого скла з оцтовою кислотою. Різка зміна рН в локальних реакційних об'ємах золю кремнекислоти призведе до часткового компенсування зарядів на колоїдних частинках кремнекислоти та прискорює коагуляцію.

Структура гелевої плівки дещо відрізняється від плівки одержаної з композицій з ортофосфорною кислотою: вона порувата та менш однорідна але також еластична та прозора.

Враховуючи, що амоній дигідрофосфат здатний розкладатися під дією високих температур на метафосфорну кислоту, аміак та воду, очікувано отримати спучений шар на поверхні обробленого текстильного матеріалу після вогневих випробувань.

Зразки бавовняної тканини просочували композиціями з ортофосфорною кислотою та амоній дигідрофосфатом. Наносили одношарове покриття ванним методом, видаляли залишки золю на віджимних валках та сушили в сушильній шафі за температур 80–100 °С. Висушені зразки піддавали вогневим випробуванням на лабораторній установці, визначаючи час початку обвуглення, час початку руйнування та площу пошкодження тканини.

Встановлено, що після дії вогню структура зразків тканини просочених композиціями з ортофосфорною кислотою залишається щільною, покриття не руйнується навіть в місці безпосередньої дії вогню, що підтверджено мікроскопічним методом аналізу. Зразки просочені амоній гідрофосфатом, в місці дії вогню легше руйнуються за рахунок розкладання АДГФ під дією вогню.

Використання малих добавок ортофосфорної кислоти сприяє утворенню суцільних тонких кремнеземних плівок на поверхні волокон ниток бавовняної тканини та значно підвищує час початку руйнування тканини під дією вогню.

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДІВ ВОГНЕЗАХИСНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ
ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ В СИСТЕМІ ГЕЛЬ КРЕМНЕКИСЛОТИ -
(NH₄)₂HPO₄-(NH₂)₂CO**

*Скородумова О.Б.¹, д.т.н., професор,
Шарианов А.Я.¹, д.т.н., доцент,
Чеботарьова О.М.¹, ад'юнкт,
Куренін В.М.², к.е.н., доцент,
Mashkov V.³*

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Миколаївський національний аграрний університет,

³Університет Дж. Е. Пуркина, Чехія

Текстильні матеріали різного призначення відрізняються, перш за все, характером переплетіння ниток, а це, в свою чергу, створює проблему якісного просочення вогнезахисною композицією. З попередніх досліджень відомо, що золь SiO₂ краще наносити на тканину ванним методом з подальшим видаленням зайвого золю. Це пов'язане з необхідністю не тільки якісного змочування золем SiO₂ поверхні всіх волокон, з яких складаються нитки тканини, але й зробити більш-менш однорідний за товщиною шар золю, в якому прискорюється процес поліконденсації під час сушіння в режимі термоудару. Нерівномірна товщина золю, який піддається прискореній поліконденсації, призведе до утворення місцевих напружень, які є центрами виникнення дефектів, що можуть розвиватися у вигляді тріщин під час вогневих випробувань та зменшувати вогнестійкість.

Розчини антипіренів можна наносити як ванним методом, так і розпилюванням. Перш за все, до уваги береться структура тканини: її товщина, хімічний склад (чи є вона сумішевою), щільність переплетіння, однорідність переплетіння і т. і. Звісно, якщо для досліджень використовується тонка однорідна тканина, наприклад ситець або чисто бавовняна щільна тканина, достатньо використовувати метод розпилювання антипірену. При цьому на поверхню силікатного шару покриття рівномірно наноситься один антипірен, або декілька різних (по-стадійно або у вигляді суміші) у мінімальній кількості, необхідній для змочування поверхні гелевого покриття.

У разі просочення тканин низької щільності (наприклад гобеленових або вовняних) розпилюванням не вдається нанести рівномірно шар антипірену, тому для таких тканин теж використовується ванний метод для нанесення антипіренів.

Таким чином, оптимальний склад вогнезахисного покриття потрібно розраховувати або для конкретної тканини, або уніфікувати його для двох основних типів тканини: тонких та об'ємних.

Для визначення оптимального співвідношення антипіренів для тонких тканин на прикладі бавовняної тканини використовували метод почергового розпилювання водних розчинів діамоній гідрофосфату (ДАНР) та карбаміду (С) та визначали вміст 20 %-го розчину ДАНР та 5 %-го розчину карбаміду.

Для визначення оптимального співвідношення антипіренів для об'ємних (сумішевих) тканин використовували гобеленову тканину, яка характеризується низьким ступенем однорідності переплетіння. Антипірени почергово наносили ванним методом з подальшим видаленням зайвого розчину на віджимних валках та сушінням в сушильній шафі в режимі термоудару. Для досліджень використовували приблизно однакову кількість розчинів але різної концентрації: для діамоній гідрофосфату 10–20 %, для карбаміду 2–10 %.

В якості цільової функції приймали такі величини як площа пошкодження тканини на певний момент часу прогорання та час впливу полум'я, за який з'являються критичні зміни у обробленій тканині: поява ознак обвуглення та руйнування. В якості факторів оптимізації було прийнято вміст розчинів антипіренів та концентрація золю SiO_2 (для тонких тканин), або концентрації золю SiO_2 та розчинів антипіренів (для об'ємних тканин).

З метою оптимізації дослідження був використаний центральний композиційний уніформ-ротабельний план другого порядку. Результати оптимізації наведені на рисунку.

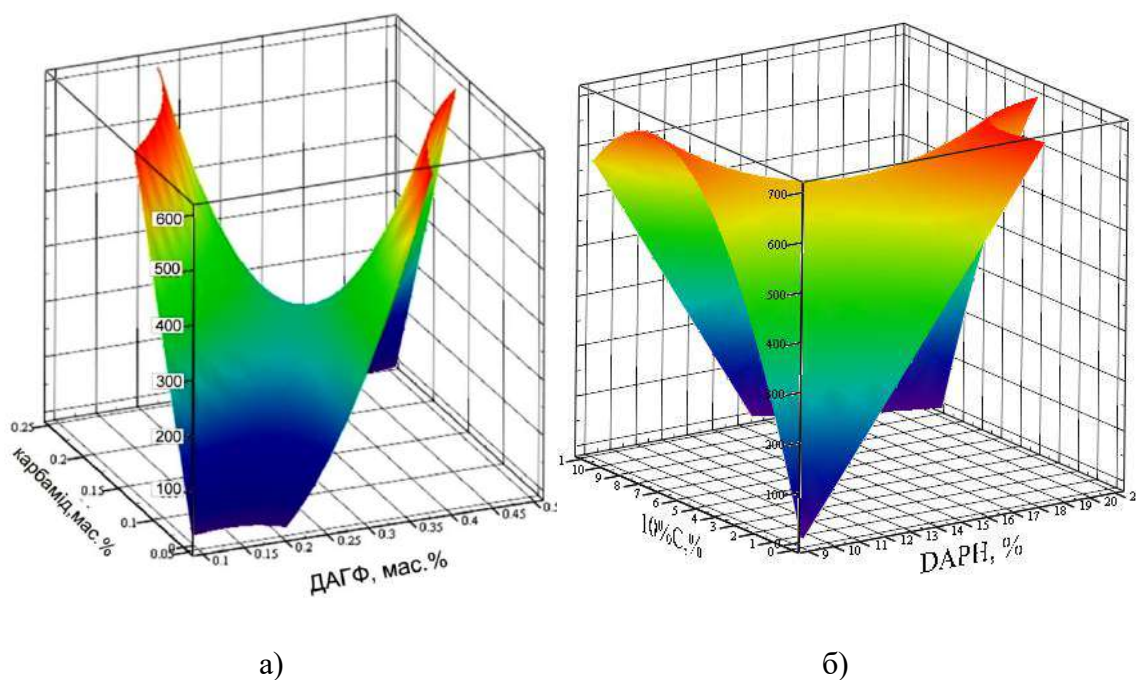


Рис. 1. Залежність площі пошкодження оброблених тонких (а) та об'ємних (б) тканин від співвідношення антипіренів.

В результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки:

Виконано оптимізацію складів просочувальної композиції системи золь SiO_2 – діамоній гідрофосфат – карбамід з використанням центрального композиційного уніформ-ротабельного плану другого порядку.

Встановлено, що концентрація золю SiO_2 залежить від щільності та товщини тканини: чим тонша тканина, тим менш концентрований золь SiO_2 потрібно використовувати. Сумішеві тканини, які складаються з волокон різного складу, потребують більш концентрованих золь SiO_2 .

Встановлено, що найменшу площу пошкодження тканини можна досягти, використовуючи співвідношення антипіренів в двох концентраційних областях: якщо використовуються розбавлені розчини ДАНР (9–10 %), потрібно додавати мікрокількості карбаміду (0–0,5 %). У разі використання концентрованого розчину ДАНР (18–20 %) концентрацію розчину карбаміду теж потрібно підвищити до 8–10 %. Така закономірність зберігається і для тонких, і для об'ємних тканин.

Наявність двох зон, в яких площа пошкодження тканини після вогневих випробувань найменша, дозволяє підвищити надійність технології нанесення захисних покриттів: корегувати в залежності від типу тканини не тільки концентрацію золю SiO_2 , але й змінювати співвідношення антипіренів, не залишаючи зону оптимуму.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕПОКСИУРЕТАНОВИХ ДЕМПФУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СИСТЕМАХ ВІБРОУДАРОЗАХИСТУ

*Скрипинець А.В.¹, к.т.н.,
Сасенко Н.В.¹, к.т.н., доцент,
Биков Р.О.², к.т.н.,
Сасенко Л.В.¹, к.т.н., доцент*

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,

²Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

Використання полімерних матеріалів для різних передових технологій значно збільшилося за останні десятиліття [1, 2]. Так, аерокосмічна та оборонна промисловості України використовують полімерні матеріали в системах віброударозахисту (СВУЗ), заливальних компаундів та конструкційних матеріалів з необхідним комплексом властивостей.

Виготовлення полімерного матеріалу з одночасно високими показниками демпфуючої здатності і жорсткістю є проблемою, оскільки ці властивості є суперечливими один одному – однією з властивостей потрібно буде знехтувати для поліпшення іншої.

Полімерна матриця на основі епоксидної смоли та уретану є найбільш поширеним матеріалом, який виробники використовують для заливки компаундів СВУЗ. Епоксидна смола, завдяки комплексу цінних експлуатаційних властивостей, а саме високою міцністю, стійкістю гідролітичного впливу, знайшла широке застосування як зв'язуюче для створення заливних компаундів [1, 2]. Проте, недоліком є її низька демпфуюча здатність. У свою чергу уретанові склади мають високу демпфуючу здатність, але недостатню жорсткість, що обмежує їх застосування в системах віброударозахисту спеціального призначення.

Метою роботи було дослідження ефективності застосування елементів у системах віброударозахисту спеціального призначення (авіаційного) за рахунок мінімізації коефіцієнта передачі системи на резонансних частотах.

Як метод дослідження в'язко-пружних властивостей обрано метод динамічної механічної спектроскопії, який реалізовувався на крутильному маятнику – динамічному релаксометрі [3]. З експериментальних даних розраховувалися динамічний модуль пружності, тангенс кута механічних втрат та модуль втрат.

Експериментальні дослідження ефективності розроблених епоксиуретанових вставок проводилися з використанням вібраційного стенду V 850-440 на зразках системи віброударозахисту, у складі яких епоксиуретанові полімери застосовувалися як пружно-демпфуючі вставки. Параметри вхідних вібраційних впливів: діапазон частот від 20 до 2000 Гц; середньоквадратичне значення віброприскорення – 8,6 g; температура – 20 °С. Час дії вібрації становив 8 хв. Амплітудно-частотні характеристики реєструвалися на початку процесу на 2-й хв. та в кінці на 8-й хв.

Зовнішній вигляд установки для виміру випадкової вібрації наведено на рис. 1.

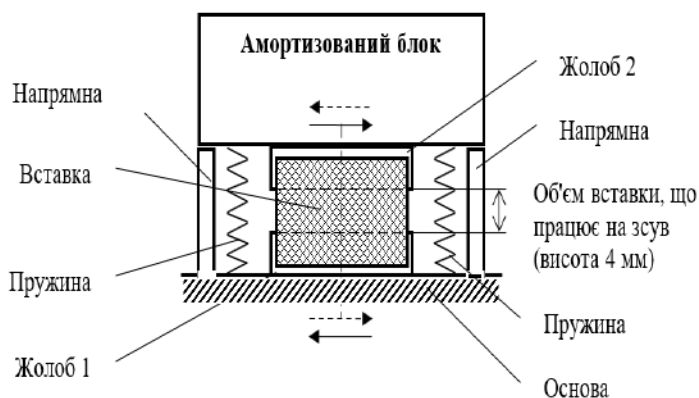


Рис. 1. Зовнішній вигляд установки для вимірювання випадкової вібрації.

У результаті аналізу амплітудно-частотних характеристик, які є ілюстрацією ефективності реагування системи віброударозахисту на вібраційний вплив, показано, що ефективність таких систем в зарезонансній області досить висока, конструкційні резонанси мало виражені, коефіцієнти передачі віброприскорення на резонансних частотах 60–95 Гц знижуються з 30 до 1,6–1,8, і при 145–185 Гц до 1,05–1,1 в необхідному температурному діапазоні (від 5 до 35 °С).

Показано, що ефективність розробленого епоксиретанового складу в системах віброзахисту перевершує відомі аналоги на основі поліуретанів та дозволяє одночасно поєднати демпфуючі властивості та жорсткість.

Комплексна оцінка розроблених епоксиретанових демпфуючих елементів в системах віброударозахисту показала, що вони мають високу демпфуючу здатність, менший час технологічного циклу приготування композиції, можливість виготовлення вставок в умовах підприємства.

Досягнутий рівень характеристик для розробленої епоксиретанової композиції дозволяє рекомендувати її як пружний елемент у системі віброударозахисту спеціального (авіаційного) призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Soovere J., Drake M. L.. Aerospace Structures Technology Damping Design Guide. Technology Review. Vol. 1. 1985. 518 с.
2. Андронов В. А., Данченко Ю. М., Скрипинец А. В., Бухман О. М. Эффективность использования вибропоглощающего полимерного покрытия для снижения локальной вибрации. Науковий вісник національного гірничого університету. № 6. 2013. С. 85–91.
3. Скрипинец А. В., Попов Ю. В., Саенко Н. В., Быков Р. А. Исследование реологических свойств олигомер-олигомерных систем на основе эпоксидной смолы и олигоэфирциклокарбоната. In: III 369 международная научно-техническая интернет-конференция «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства». Харьков, 2012. С. 286–287.

МОДЕЛЮВАННЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЦЕСІВ ІНІЦІАЦІЇ ВИБУХУ

*Трегубов Д.Г.¹, к.т.н.,
Слепужніков Є.Д.¹, к.т.н.,
Чиркіна М.А.¹, к.т.н., доцент,
Майборода А.О.², к.п.н., доцент*

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Вибухонебезпечність можна розглядати у декількох напрямках: небезпека детонації, небезпека самоспалахування, наявність концентраційних меж вибухонебезпеки (КМПП, ДМ). Відповідні параметри необхідно знати, щоб запобігати виникненню горіння, детектувати його виникнення та використовувати процеси горіння з певною технологічною метою.

Властивості речовини у твердому стані пов'язані з наявністю зв'язків між молекулами з утворенням надмолекулярних структур, що певним чином співвідноситься з параметрами полум'яного горіння тієї ж самої речовини у газоподібному стані. Аналіз співвідношень характерних температур (плавлення $t_{пл}$, кипіння $t_{кип}$, самоспалахування $t_{сс}$, спалаху $t_{сп}$) у гомологічному ряду *n*-алканів показує, що порівняно з $t_{сс}$ достатньо близький характер має зміна $t_{пл}$, але з дзеркальним виглядом залежності. Для $t_{сс}$ лише на початку залежності від n_C її характер приблизно збігається з іншими характерними температурами; помітною є коливальність, що може свідчити про наявність надмолекулярної будови зі зміною принципу кластеризації для різних представників ряду *n*-алканів. Кореляція $t_{сс}$ з $t_{кип}$ та $t_{пл}$ становить $R=0,82-0,9$ [1].

Відмінностями залежності для $t_{пл}$ від $t_{сс}$ є наявність негативного температурного коефіцієнту (NTC) в області метану й етану, а також стабілізація $t_{сс}$ з тенденцією до NTC, починаючи з $n_C=11$. Це збігається з початком перебільшення $t_{пл}$ над $t_{сс}$. Останнє означає, що у випарах крім мономерів може бути й певна частка димерів, що визначається законами Рауля та Дальтона для випаровування сумішей взаєморозчинних рідин. Алкан-димер, який має замість C_{18} вже C_{36} , скоріше перетвориться на глобулу. Тобто, графік $t_{сс}(n_C)$ має три ділянки, що передбачає наявність не менше ніж трьох відмінних типів надмолекулярних структур, що характеризують початок перекисної кластеризації.

Перекисна ініціація процесів самоспалахування відбувається легше для більш довгих молекул, але при цьому виділяється менше тепла. Водночас, для згорання більш важких молекул потрібно більше кисню, тому можна розрахувати різні стехіометричні коефіцієнти утворення різних структур перекисної кластеризації, як первинного етапу, так і меж горіння та детонації. Існує також перекисна теорія детонації, за якою передбачають спочатку утворення радикалу парафінового вуглеводню, а потім – послідовне приєднання перекисних групи. Водночас схильність до детонації пов'язують з октановим числом; розрізняють дослідницьке, моторне та усереднене (АКІ).

Врахування надмолекулярної будови можна проводити шляхом її моделювання й визначення середньої еквівалентної довжини найменшого кластеру $n_{Секв}$ за кількістю атомів карбону у найдовшому карбоновому ланцюзі [1, 2]. Даний параметр визначали як середнє значення між лінійною та циклічною формою димерів (координаційний коефіцієнт $K=2$) у співвідношенні 50/50 % (для метану додатково враховували суміш димерів та гексамерів $K=6$, для етану – димерів та тримерів $K=3$) з врахуванням довжини пероксидної групи «-O-O-» як «1».

На підставі стехіометричного коефіцієнту реакції горіння β молекулярного стану речовини та еквівалентної довжини пероксидного кластеру $n_{\text{Секв}}$ розроблено формулу для опису зміни t_{cc} та АКІ для *n*-алканів ($R=0,998$):

$$N_{\text{C}_{\text{eq}}} = \left(\frac{6200}{n_{\text{C}_{\text{eq}}}} \right)^{0.9}, \quad t_{\text{ai}} = \frac{3000}{\beta^{0.2} n_{\text{C}_{\text{eq}}}} + 100, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad \text{АКІ} = \frac{725}{\beta^{0.1} n_{\text{C}_{\text{eq}}}^{0.15}} + 376, \quad (1)$$

де $N_{\text{C}_{\text{eq}}}$ – обернена модифікована еквівалентна довжина пероксидного кластеру.

Необхідно відрізнити перекисну умову ініціювання процесів горіння (самоспалахування, детонації та інших) від перекисної умови згоряння суміші. При цьому і для ініціювання горіння, і для процесів згоряння можна розрахувати стехіометричні концентрації (СМК) для утворення певних надмолекулярних структур перекисного типу як миттєвих, так і результуючих (за кількістю перекисних груп на молекулу). Існують дискретні співвідношення які модулюють НКМПП – $\beta=2n_c+2$, ВКМПП – $\beta=0,5n_c$, НДМ – $\beta=2n_c$, ВДМ $\beta=n_c$, СМК – $\beta=2n_c$ та $\beta=2$ як 75/25 %, между холодного полум'я – 95/5 % з $\beta=0,5$ та $\beta=0,5n_c$.

З врахуванням $n_{\text{Секв}}$ алкан-похідних впроваджено показник $K_D = n_M/M_{\text{Секв}}$, де $M_{\text{Секв}}$ – молекулярна маса базису кластера, n_M – показник «легкість плавлення» ($n_M = n_{\text{Секв}} M^{0.2}$), який можна знайти з формули [3]: $t_{\text{mp}} = 101,85 \ln(n_M) - 452,37$. Показник K_D має кореляцію з АКІ *n*-алканів $R=0,92$. Отримано кореляцію показника K_D зі швидкістю детонації V_D [4] деяких вибухових речовин, а також значення координаційного коефіцієнту для їх кластеризації у речовину. Загальна кореляція виявилась слабкою з $R^2=0,78$, але якщо розглянути окремо алкан-похідні та ароматичні вибухові речовини, то відповідні розрахункові залежності забезпечують $R^2=0,95$: для алкан-похідних $V_D=1562,1 \ln(1+(K_D-1)100)+671,25$; для ароматичних – $V_D=1750,5 \ln(1+(K_D-1)100)-1198$, м/с. Похибка даної апроксимації визначається ймовірною наявністю іншого базису кластеру (ніж прийнято у розрахунку), відмінністю $t_{\text{пл}}$ від температури зміни кристалічної будови t_{tr} , а також тим, що та ж сама вибухова речовина за різної густини та дисперсності має різні показники детонації. Можливість врахування наявності надмолекулярних структур на етапі виникнення горіння у розрахунках опосередковано підтверджує їх існування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tregubov D., Tarakhno O., Sokolov D., Trehubova F. The oscillation of *n*-alkanes characteristic temperatures under the action the cluster structure of substance. Problems of emergency situations. 2020. № 32. P. 14–30.
2. Tregubov D., Tarakhno O., Deineka V., Trehubova F. Oscillation and Stepwise of Hydrocarbon Melting Temperatures as a Marker of their Cluster Structure. Solid State Phenomena. 2022. V. 334. P. 124–130.
3. Трегубов Д. Г., Шаршанов А. Я., Соколов Д. Л., Трегубова Ф. Д. Прогнозування найменших надмолекулярних структур алканів нормальної та ізомерної будови. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 35. С. 63–75. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15915>
4. Meyer R., Köhler J., Homberg A. Explosives. Weinheim: Wiley-VCH, 2016. 422 p.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ НАНОПОРИСТИХ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ МАТРИЦЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Тульський Г.Г.¹, д.т.н., професор,
Ляшок Л.В.¹, к.т.н., професор,
Васильченко О.В.², к.т.н., доцент,
Литвинова Т.М.¹, студентка
Скатков Л.І.³*

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

²Національний університет цивільного захисту України,

³Університет Бен-Гуріона в Негеві, Беер-Шева, Ізраїль

Наразі інтенсивно розвиваються дослідження з розроблення методів одержання композиційних систем, що дають змогу поєднати властивості матриці, яка надає необхідних експлуатаційних якостей, та іммобілізованого компонента, що забезпечує функціональні характеристики композиційного матеріалу [1].

За сферою застосування нанокompозити можна розділити на конструкційні та функціональні. Для композитів першої групи введення наповнювача дає змогу вирішувати проблеми зміцнення, корозійних властивостей тощо.

Роль наповнювача в композитах функціонального призначення набагато важливіша, оскільки електричні, магнітні, оптичні та інші властивості матеріалу, як правило, істотно залежать від відповідних характеристик наночастинок.

Можливості створення функціональних композитів засновані на використанні матриць із провідних полімерів (наприклад, поліанілін) і модифікаторів з напівпровідникових і провідних неорганічних оксидів (Al_2O_3 , TiO_2 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5), а також наповнювачів різної природи [2]. У цих композитах велике значення має взаємодія між наповнювачем і матрицею на молекулярному рівні, що може призводити до синергізму корисних властивостей органічного та неорганічного компонентів матеріалу. Тому створення наноструктурованих матриць, що забезпечують високорозвинену поверхню композитного матеріалу, є актуальним завданням.

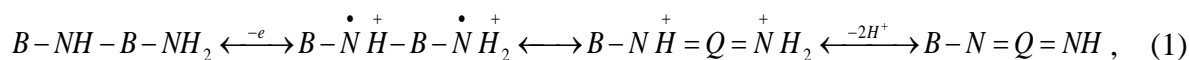
Поліанілін (ПАН) синтезували електрохімічним методом при циклюванні потенціалу електрода від 0,0 В до 1,0 В (н.е.п.) у розчині 0,1М $C_6H_5NH_2$ +1М H_2SO_4 . Полярizaційні вимірювання виконували потенціостатом ПІ-50-1.1 з програматором ПР-8. Дослідження проводили в скляній герметичній трьохелектродній комірці.

Електрохімічний синтез анодних оксидних плівок (АОП) проводили за допомогою джерела постійного струму серії Б5-50 у режимі стабілізації напруги. Морфологію поверхні та товщину оксидних покриттів аналізували за даними скануючих електронних мікроскопів JSM-7001F та JSM-6390LV. Імпедансні вимірювання виконували автоматичним мостом змінного струму P5083 у діапазоні частот 0,021–100 кГц. Обробку результатів вимірювання імпедансу проводили за допомогою програми EIS Spectrum Analyser.

Полімерний ланцюг електропровідного ПАН складається з бензольних кілець і азотовмісних груп, що чергуються. Встановлено, що сірчана кислота забезпечує синтез плівки з глобулярною пористою структурою, а при використанні хлорної кислоти формуються плівки без великих пор.

ПАН залежно від потенціалу допування або кінцевого потенціалу циклювання існує в трьох формах: лейкоемеральдину, емеральдину та перніграніліну. Форма окислення впливає на електропровідність полімерної матриці. Методом імпедансної спектроскопії встановлено, що в проміжному стані окиснення (емеральдин) провідність

ПАН збільшується до рівня металевого провідника. Це пов'язано з тим, що електрохімічно активним фрагментом у провідному поліаніліні є подвійний зв'язок (1), відщеплення електрона від якого призводить до формування катіон-радикала (полярона):



Експериментально доведено, що під час анодного окиснення ніобію в розчині 1М H₂SO₄ з додаванням фторид-іона можливе формування оксидного шару кристалічної провідної структури. На швидкість анодного окиснення ніобію суттєво впливає хімічна активність електроліту, тому згідно з результатами досліджень доцільним є додавання в сірчанокислий електроліт NaF.

Аналіз результатів СЕМ-обстеження показав, що під час синтезу поліаніліну формується плівка глобулярної структури (Рис. 1, а), а морфологія оксидних покриттів на ніобії являє собою сукупність неправильних багатогранників конічної форми (Рис. 1, б, в), що складаються з кристалів.

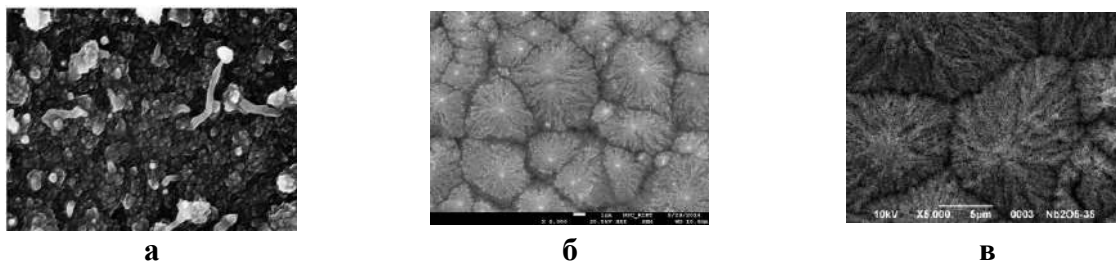


Рис. 1. СЕМ-обстеження поверхні з синтезованим ПАН: а) протонований ПАН емеральдинової форми; б) ПАН оксидних покриттів, синтезованих на ніобії за 60 В у розчині 1М H₂SO₄+0,5М NaF упродовж 2 год.; в) АОП ПАН на ніобії в розчині 1М H₂SO₄+0,5М NaF упродовж 5 год.

Серед різних методів іммобілізації композиційних компонентів у провідні підкладки найдоцільнішим є електрохімічний метод осадження з розчинів 2·10⁻³М PdCl₂+0,1М С₆Н₅НН₂+1М H₂SO₄ для ПАН та PdCl₂ для оксидних покриттів. Такий спосіб отримання електродів передбачає формування матриці з включенням наночастинок паладію [3]. Варіюючи пористістю матриць і кількістю осадженого Pd, можна змінювати розмір паладієвих частинок. Розроблені композиційні електроди можна застосовувати як індикаторні для детектування водню в сенсорах амперометричного типу.

Запропоновані методи синтезу композиційних електродів дають змогу керувати пористістю, кількістю активних частинок паладію, що є необхідним для ефективної роботи електродів у сенсорній системі.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ryshchenko I., Lyashok L., Vasilchenko A., Asotskyi V., Skatkov L. Use of Palladium-modified Polyaniline Electrode as a Sensitive Element of Fire Sensor. Materials Science Forum. Vol. 1006. 2020. P. 245–252.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВ'ЯНИХ СПОРУД

Цапко Ю.В.^{1,2}, д.т.н., професор,

Бондаренко О.П.¹, к.т.н., доцент,

Мазурчук С.М.², к.т.н.,

Горбачова О.Ю.², к.т.н.

¹Київський національний університет будівництва і архітектури,

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Капітальне будівництво та реконструкція існуючих об'єктів цивільного, промислового і спеціального призначення, пов'язане з використанням деревини, яка чутлива до впливу високої температури, тобто здатністю зберігати функціональні властивості в умовах експлуатації. Однак вогнезахист деревини поверхневим просоченням, не забезпечує високу вогнезахисну ефективність і тривалості безпечної експлуатації об'єктів, оскільки антипірени проникають на незначну глибину та вимиваються під впливом вологи. За останні роки з запропонованого напрямку досліджень відомі роботи, які направлені на створення вогнезахисних засобів, які в процесі нагрівання утворюють коксовий теплоізоляційний шар на поверхні деревини [1, 2].

Для встановлення ефективності захисту деревини, використовували зразки, необроблені та які оброблювали засобами, яке здатні під дією високої температури створити на поверхні піно коксовий захисний шар. На рис. 1 наведено випробувальну камеру для проведення досліджень.

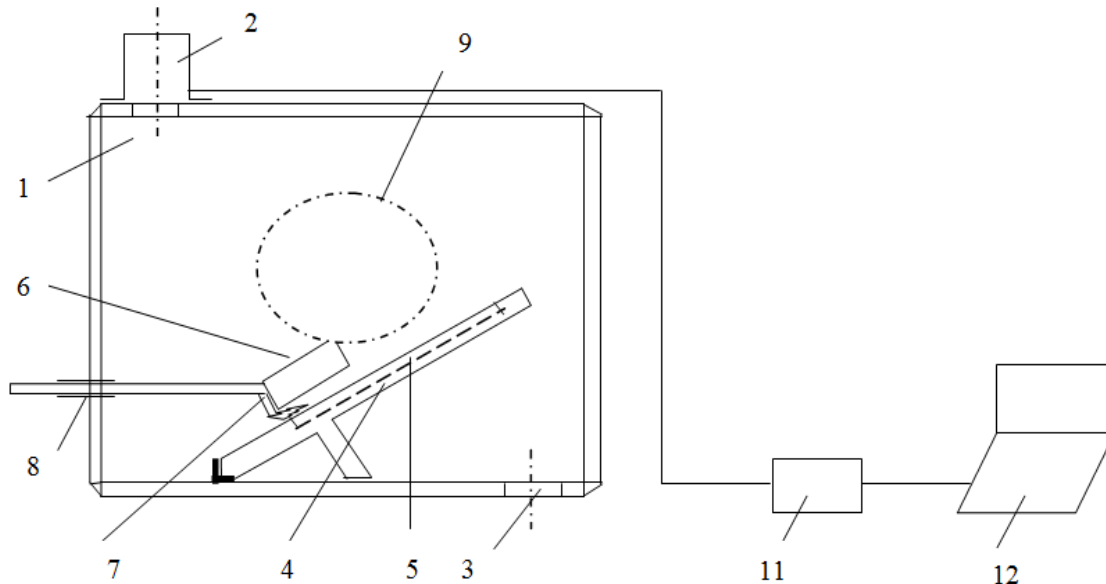


Рис. 1. Випробувальна камера для визначення параметрів займання та поширення полум'я: 1 – випробувальна камера, 2 – витяжна труба, 3 – вентиляційний отвір, 4 – тримач зразка, 5 – зразок, 6 – радіаційна панель, 7 – запалювальний пристрій, 8 – регульовальна труба, 9 – оглядове скло, 10 – термореле, 11 – аналого-цифровий перетворювач, 12 – комп'ютер.

Суть методики полягала у впливі на зразок радіаційної панелі та його запалювання, вимірюванні температури продуктів горіння та час її досягнення, час

займання та проходження фронтом полум'я ділянок поверхні, довжину згорілої частини зразка.

У результаті проведених досліджень горючості деревини встановлено (табл. 1), що вона відноситься до горючих матеріалів, а саме вогнезахищений зразок деревини витримав температурний вплив. При початковій температурі газоподібних продуктів горіння $T=62\text{ }^{\circ}\text{C}$, при дії радіаційної панелі на захищений зразок, температура газоподібних продуктів горіння становила $T\leq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1. Час проходження фронтом полум'я контрольних точок

Зразок деревини	Температура димових газів, $^{\circ}\text{C}$		Час займання, с	Час проходження фронтом полум'я ділянок зразка, с									Час досягнення максимальної температури димових газів, с	Довжина горіння зразка, мм	Індекс горючості
	T_1	T_{\max}		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Необроб.	61	323	52	2	8	7	10	6	8	7	6	7	101	294	177,5
«ФАЄРВОЛ-АТТІК»	47	73	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	600	–	0
«ФАЄРВОЛ-ЛАК»	55	80	595	–	–	–	–	–	–	–	–	–	596	22	0,42
БС-13	60	86	570	396	8	9	–	–	–	–	–	–	586	62	3,42
«ФАЄРВОЛ-СВ-1»	60	89	560	380	7	9	6	–	–	–	–	–	570	84	4,11
«ФАЄРВОЛ-ВУД»	58	84	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	600	–	0

Під час випробувань зразків було встановлено, що необроблений зразок зайнявся на 52 с, полум'я поширилося по всьому зразку протягом 100 с. Вогнезахищений же зразок спучуючим покриттям зайнявся на 596 с, поширення полум'я відбулося тільки на першу ділянку, максимальна температура димових газів становила $114\text{ }^{\circ}\text{C}$, а індекс горючості знизився до 0,4.

Таким чином, проведені дослідження за допомогою термогравіметрії та газової хроматографії засвідчують, що механізм вогнезахисної ефективності направлений в сторону утворення на поверхні коксового шару. Наявність вогнезахисного лаку на деревині змінює процес термодеструкції, зменшує кількість горючих газів, які флегматизуються великою кількістю азоту та діоксиду вуглецю, що відповідно підтверджується отриманим індексом горючості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tsapko Yu. V., Tsapko A. Yu. Establishment of the mechanism and fireproof efficiency of wood treated with animpregnating solution and coatings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. 3/10 (87). P. 50–55. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.102393
2. Tsapko Yu., Lomaha V., Tsapko A., Mazurchuk S., Horbachova O., Zavialov D. Determination of regularities of heat resistance under flame action on wood wall with fire-retardant varnish. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 4/10 (106). P. 55–60. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210009

АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ПОТРІЙНИХ СПОЛУК СИСТЕМИ CaO-BaO-Al₂O₃

*Шабанова Г.М.¹, д.т.н., професор,
Тараненкова В.В.¹, д.т.н., доцент,
Миргород О.В.², к.т.н., с.н.с., доцент,
Пирогов О.В.², к.т.н., доцент*

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

²Національний університет цивільного захисту України

Для експериментальної перевірки здійснених теоретичних розрахунків та літературних відомостей щодо існування потрійних сполук в системі CaO–BaO–Al₂O₃, синтезовано наступні склади: Ba₃CaAl₂O₇, BaCa₂Al₈O₁₅ та BaCaAl₄O₈. Для синтезу зразків заданого фазового складу проводилось послідовне подрібнення, змішування і випал сировинних сумішей. Як вихідна сировина використовувалися вуглекислі кальцій і барій марки «ХЧ» та оксид алюмінію марки «ЧДА».

Вихідні сировинні матеріали брали у строго заданому стехіометричному співвідношенні. Ретельне подрібнення і змішування компонентів проводилось у лабораторному кульковому млині «вологим способом» (вологість шламу – 50 мас. %). Тонину помелу контролювали ситовим аналізом (повне проходження крізь сито № 006). Перед випалом з сировинних сумішей методом двохстороннього пресування при питомому тиску 60-80 МПа формували зразки-циліндри діаметром 50 мм. Зразки випалювали у криптоловій печі при заданих температурах синтезу та ізотермічних витримках. Повноту синтезу сполук контролювали рентгенофазовим аналізом і методом хімічного аналізу за відсутністю вільних оксидів кальцію та барію. Хімічний склад потрійних сполук та параметри синтезу наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Хімічний склад та параметри синтезу потрійних сполук системи CaO–BaO–Al₂O₃

Сполука	Хімічний склад, мас. %			Температура синтезу, °С	Витримка, год.
	CaO	BaO	Al ₂ O ₃		
Ba ₃ CaAl ₂ O ₇	9,07	74,43	16,50	1380–1400	3
BaCa ₂ Al ₈ O ₁₅	16,66	22,77	60,57	1400	3
BaCaAl ₄ O ₈	13,57	37,10	49,33	2400 (із розплаву)	–
				1400	3

Внаслідок проведених експериментальних досліджень підтверджено існування потрійних сполук Ba₃CaAl₂O₇ та BaCa₂Al₈O₁₅, причому виявлено, що сполука Ba₃CaAl₂O₇ існує в системі принаймні до температури 1400 °С (рис. 1).

Таким чином, нашими дослідженнями визначено підвищення температурних границь її існування, на відміну від даних попередніх дослідників [1], які вказували на іншу верхню температуру існування Ba₃CaAl₂O₇.

Для прогнозування характеру взаємодії з водою потрійних сполук та трикомпонентних композицій системи CaO–BaO–Al₂O₃ була залучена уточнена нами методика Н.Ф. Федорова [2], яка базується на концепції електронегативності та дозволяє оцінити реакційну здатність неорганічних оксидних сполук по відношенню до води.



Рис. 1. Зовнішній вигляд зразка Ba₃CaAl₂O₇ ($t_{\text{вип}}=1380\text{--}1400\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau=3$ год).

Так, виявлено, що сполука Ba₃CaAl₂O₇ бурхливо реагує при замішуванні водою, причому реакція взаємодії супроводжується підвищенням температури до 55 °С і збільшенням об'єму суміші. Окрім того, підвищення температури спричиняє інтенсивне випаровування води, і, як наслідок, різко збільшується водопотреба (В/Ц=1,64). Зразки характеризуються високою пористістю та низькою міцністю при стисканні (2 МПа після 28 діб тверднення).

Також підтверджено наявність в'язучих властивостей у потрійної сполуки BaCa₂Al₈O₁₅, зразки якої при фізико-механічних випробуваннях після 28 діб тверднення показали границю міцності при стисканні 12 МПа. Дана сполука може використовуватися для одержання кальцій-барієвого глиноземистого цементу, однак у комбінації зі сполуками, що характеризуються більш високою механічною міцністю, наприклад, в поєднанні з моноалюмінатами кальцію і барію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shabanova I. A., Mirgorod O. V., Taranenkova V. V., Korogodskaya A. N., Deyneka V. V. Thermodynamic properties of binary and ternary compounds of CaO-BaO-Al₂O₃ system. *Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika*. Iss. 1. 2005. P. 2–6.
2. Taranenkova V. V., Pitak Ya. N., Shabanova G. N. Regularities of Binding Properties Occurrence of Oxide Compounds of Special Cements in the Interaction with Water. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. 2020. № 3. P. 189–196.

**АНАЛІЗ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ ДОБАВОК
ТА МЕХАНІЗМ ЇХ ВОГНЕГАСНОЇ ДІЇ***Шахов С.М., PhD,**Виноградов С.А., к.т.н., доцент,**Грищенко Д.В.**Національний університет цивільного захисту України*

На підставі проведеного аналізу нами розроблено класифікацію МД (рис .1), в залежності від напрямку впливу на процес гасіння та вогнегасних властивостей.

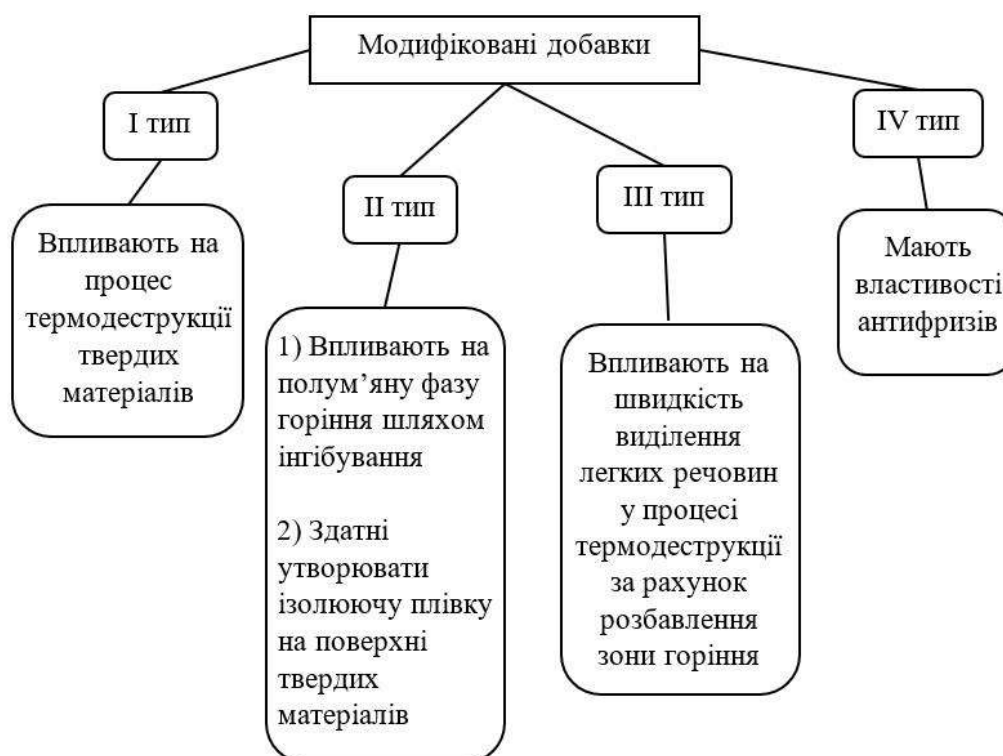


Рис. 1. Класифікація модифікованих добавок.

Нижче розглянемо кожен з типів добавок окремо.

До I типу модифікованих добавок за напрямком дії можна віднести неорганічні з'єднання, вплив яких змінює механізм термодеструкції целюлозних матеріалів [1]. Прикладом можна привести наступні речовини (рис. 2) [2].

II типом модифікованих добавок є неорганічні з'єднання, які не значним чином впливають на механізм термодеструкції деревини. Але вважається, що їм притаманні властивості інгібування полум'яної фази або здатність утворювати ізолюючу плівку на поверхні твердого матеріалу [1]. Такими сполуками можна вважати [2]: бромід амонію (NH_4Br) та карбамід ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$).

До III типу модифікованих добавок можна віднести неорганічні з'єднання, напрямком дії яких є зменшення виділення легких горючих речовин під час термодеструкції. Зокрема вагомий внесок у підвищення вогнезахисту забезпечують процеси газовиділення. До них відносять [1]: гідрокарбонат натрію (NaHCO_3), хлорид амонію (NH_4Cl), хлорид кальцію (CaCl_2) та карбонат амонію ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$).

До IV типу модифікованих добавок відносять органічні та неорганічні сполуки, що мають властивості антифризів. Але переважно використовують неорганічні сполуки, оскільки окрім зниження температури замерзання їм притаманно підвищення вогнегасної здатності речовин. Серед них виділяють [1]: карбонат калію (K_2CO_3), хлорид магнію ($MgCl_2$), хлорид кальцію ($CaCl_2$), хлорид алюмінію ($AlCl_3$).



Рис. 2. Загальний вигляд першого типу модифікованих добавок: а) хлорид амонію NH_4Cl ; б) хлорид натрію $NaCl$; в) хлорид калію KCl ; г) хлорид магнію $MgCl_2$; д) хлорид кальцію $CaCl_2$; ж) гідрофосфат амонію $(NH_4)_2HPO_4$; е) дігідроортофосфат амонію або амафос $NH_4H_2PO_4$; є) сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$.



Рис. 3. Модифіковані добавки другого типу: а) NH_4Br ; б) $CO(NH_2)_2$.

За результатом огляду виділено чотири типи модифікованих добавок, в залежності від механізму впливу на процес горіння твердих горючих матеріалів. За агрегатним станом та фізико-хімічними властивостями зазначені типи модифікованих добавок можуть бути застосовані у компресійній піні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю. А., Киреев А. А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А. Харьков.: НУГЗУ, 2015. 254 с.
2. Interanatioanal Labout Organization. Database. International Chemical Safety Cards. URL: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.listcards3?p_lang=en

УДОСКОНАЛЕННЯ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКУ СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ

*Шахов С.М.¹, PhD,
Виноградов С.А.¹, к.т.н., доцент,
Кодрик А.І.², к.т.н.,
Тітенко О.М.², к.т.н.*

¹Національний університет цивільного захисту України,
²Український науково-дослідний інститут цивільного захисту

У [1] з урахуванням результатів моделювання [2], розроблено дослідний зразок системи подачі компресійної піни. Недоліком розробленої системи є не автономність, оскільки подавання стиснутого повітря передбачається від зовнішнього компресора.

На рисунку 1 подано розроблену пневмо-гідравлічну схему для удосконаленого дослідного зразку системи для генерування компресійної піни.

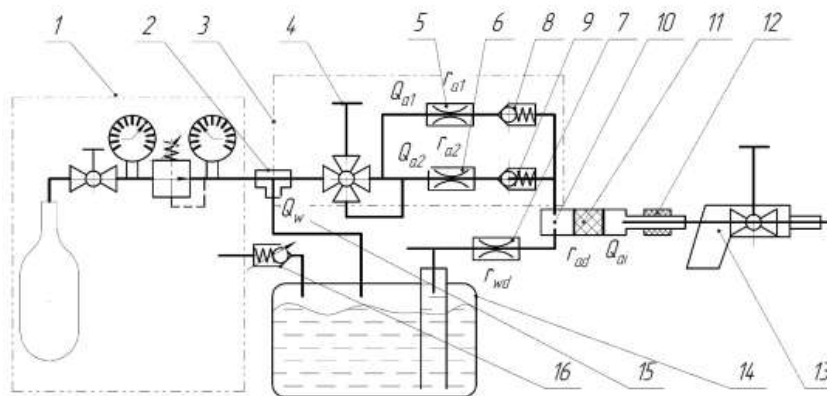


Рис. 1. Пневмо-гідравлічна схема удосконаленого дослідного зразку системи.

У зв'язку з особливістю проектування систем компресійної піни, яка полягає в наявності гідравлічних елементів, характеристики яких підлягають вивченню та уточненню, для попередньої оцінки числових параметрів зразку, що удосконалювався, була створена математична модель, ключові елементи якої у вигляді фрагменту блок-схеми показані на рис. 2.

Математична модель створена на базі окремих блоків, кожний з яких є сама по собі незалежна математична модель окремого елемента системи, яка може змінюватись в процесі випробувань та уточнень а саме:

- блок входу повітря в установку, поз. 2, див. рис. 1 («Air Input Pipe»),
- блок балону з сумішшю, поз. 14, див. рис. 1 («Balloon Ins»),
- блок повітря для «м мокрої» піни, поз. 5, див. рис. 1 («Air Wet»),
- блок повітря для «сухої» піни, поз. 6, див. Рис. 1 («Air Dry»),
- блок змішування повітря з сумішшю, поз. 10, див. рис. 1 («Air Mix»),
- блок генерації піни, поз. 11, див. рис. 1 («Generator»),
- блок вихідного шлангу, поз. 12, див. рис. 1 («Pipe»).

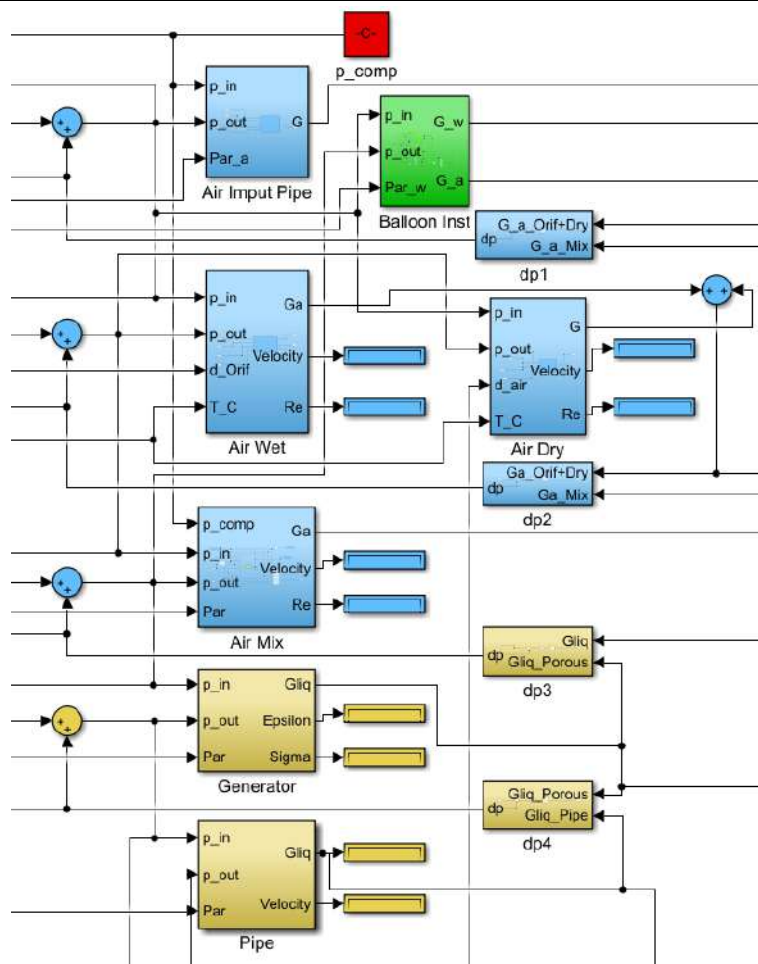


Рис. 2. Фрагмент блок-схеми математичної процесу генерування компресійної піни для удосконаленої системи.

За допомогою математичної моделі планується проведення попередньої оцінки числових параметрів, необхідних для модернізації системи подачі компресійної піни, з метою забезпечення її роботи, як в автономному, так і в стаціонарному режимах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шахов С. М., Виноградов С. А., Кодрик А. І., Тітенко О. М. Підвищення ефективності використання систем подачі компресійної піни. Проблеми пожежної безпеки. 2020. Вип. 48. С. 127–131. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12282>
2. Shakhov S. M., Vinogradov S. A., Kodrik A. I., Titenko O. M., Parkhomchuk O. V. Mathematical modeling of gas-liquid flow in compressed air foam generation systems. Technology audit and production reserves. 2020. № 4/3(54). P. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.210375>

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ БЕТОНУ ТА ВЕЛИЧИНИ ЙОГО МІЦНОСТІ ПРИ ТЕПЛОВІЙ ОБРОБЦІ ВИРОБІВ

*Шишкіна О.О., к.т.н., доцент,
Домнічев А.О.
Криворізький національний університет*

Одним з головних фізичних чинників, який суттєво впливає на розвиток процесу структуроутворення і твердіння бетону, є фактор температури. Із підвищенням температури в навколишньому середовищі інтенсивність процесів гідратації цементу збільшується, а зниження температури провокує уповільнення цих процесів. При твердінні бетону, яке відбувається в діапазоні температур від 278 К до 308 К відповідно впливає на кінетику набору міцності бетону у часі. При використанні камер теплової обробки періодичної або безперервної дії для виготовлення збірних конструкцій із керамзитобетону процеси твердіння відбуваються при температурі до 353 К і відносній вологості навколишнього середовища до 95 %, при цьому спостерігається збільшення швидкості реакції гідратації цементу у 10–20 разів, прискорюється процес тверднення бетону, і вироби в коротший термін набувають міцності, що необхідна для їх розформування, транспортування і монтажу.

У процесі твердіння портландцементу клінкерні мінерали вступають у взаємодію з водою, утворюючи кристалогідрати. Вода сильно полярна рідина, що обумовлює високе значення її діелектричної проникності ($\epsilon=80$) та діелектричних втрат. При переході молекул води у зв'язаний стан якості системи, «портландцемент – вода», що твердне, істотно змінюються.

Існування міцних водневих зв'язків у розташуванні молекул води зумовлює високий рівень упорядкованості структури, що зближує її із твердим тілом. Рідка вода є конгломератом кластерів, що складаються зі структурних асоціатів, подібних до льоду, з водневим зв'язком, які розташовані серед мономерних молекул, що мають більш щільну упаковку. Асоціати внаслідок енергетичних флуктуацій з'являються, то зникають.

Це створює можливість зміни діелектричних характеристик у процесі твердіння портландцементу та отримати важливу інформацію про процес гідратаційного твердіння. У роботі досліджено вплив тепловологої обробки (ТВО) на зміну структури та властивостей цементного каменю.

Зразки цементного каменю мали розміри 40x40x160 мм. Водоцементне відношення – 0,27. Твердіння зразків відбувалося як у нормальних умовах (температура 293±2 К, відносна вологість не менше 95 %), і після ТВО за режимом: підвищення температури до 353 К – 3 год; ізотермічна витримка – 7 год; охолодження – 2 год.

Зіставлення розглянутих змін структури зі значеннями міцності та діелектричних властивостей цементного каменю, що твердів у нормальних умовах і після ТВО, показує наступне.

У процесі ТВО зразків цементного каменю значно прискорюється взаємодія клінкерних мінералів із водою. Міцність при стисканні зразків цементного каменю при твердінні протягом 3 діб після ТВО становить 54,3 МПа, у зразків нормального твердіння міцність дорівнює 24,9 МПа. Таким чином, ТВО сприяє більш глибокій гідратації цементу, інтенсивному зв'язуванню молекул води в його структурі, що і проявляється в нижчому рівні діелектричної проникності та діелектричних втрат [1, 2].

При твердінні протягом 28 діб у нормальних умовах відбувається подальше зв'язування води у складі кристалогідратів та вдосконалення структури цементного

каменю. При цьому міцність зразків після ТВО зростає до 60,1 МПа. Такий розвиток процесу гідратаційного твердіння супроводжується зниженням інтенсивності рефлексів C_3S та C_2S . Значні зміни структури цементного каменю відбуваються у зразків, що тверділи протягом 28 діб у нормальних умовах. При цьому міцність зразків збільшується до 62,6 МПа, що перевищує відповідне значення міцності зразків, що пройшли ТВО.

Інтенсивність рефлексів портландиту $Ca(OH)_2$ у зразків, що тверділи в нормальних умовах протягом 28 діб, знижується порівняно із зразками, що тверділи протягом 3 діб. Аналогічні зміни спостерігаються у рефлексів, що відповідають етtringіту. У зразків, що тверділи після ТВО протягом 28 діб, порівняно із зразками, що тверділи протягом 3 діб, помітно знижується інтенсивність рефлексів двокальцієвого силікату у разі трикальцієвого силікату інтенсивність рефлексів знижується. Судячи з величини рефлексів кількість портландиту після 28 діб твердіння зростає порівняно з тридобовими зразками після ТВО. Слід зазначити, що інтенсивність рефлексів етtringіту менше у зразків після ТВО.

Таким чином, отримані результати показують значно глибшу гідратацію мінералів портландцементу в порівнянні зі зразками, що тверділи в нормальних умовах. Ця гідратація супроводжується зменшенням інтенсивності рефлексів основних клінкерних мінералів C_3S і C_2S і збільшенням інтенсивності портландиту.

Авторами встановлено, що задача підвищення міцності бетону після ТВО може бути вирішена за рахунок застосування при виготовленні бетону активованої води.

Вода - одна з найпоширеніших на Землі речовин, присутня в різних агрегатних станах у всіх її оболонках. Властивості води унікальні та не мають аналогів серед інших природних сполук.

Активована вода характеризується підвищеною розчинною здатністю по відношенню до карбонатів, сульфатів, оксидів і силікатів; вона має знижені значення рН та тривалий час утримує у своєму складі аномальні кількості розчиненої речовини. Так, активована вода активує свою розчинну здатність по відношенню до кальциту.

Ґрунтуючись на теорії надмалих концентрацій, проведеними авторами дослідженнями доведено, що застосування неелектролітів у мікродозах для активації води призводить до збільшення міцності бетону після ТВО на 160...170 %, а у віці 28 діб на 40...55 %. Що перевищує міцність бетону, що твердів в нормальних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Машкин А. Н., Бердов Г. И., Виноградов С. А., Хританков В. Ф. Диэлькометрический анализ процесса твердения цементного камня. Известия вузов. Строительство. 2015. № 3. С. 23–27.
2. Бердов Г. И., Машкин А. Н., Виноградов С. А. Высокочастотный диэлькометрический контроль процесса твердения цементных материалов. Строительные материалы. 2016. № 1–2. С. 107–109.

**STUDY OF SMART BIOACTIVE HUMIC-POLYMERIC HYDROGEL
TRANSDERMAL MATERIALS**

*Lebedeva K.¹, PhD student,
Cherkashina A.¹, PhD, Associate Professor,
Tykhomyrova T.¹, PhD, Associate Professor,
Lebedev V.¹, PhD, Associate Professor,
Bordun I.²*

¹National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,

²Czestochowa University of Technology, Polsha

In this study, smart bioactive humic-polymer hydrogel transdermal materials based on gelatin and sodium alginate modified with humic acids have been developed and studied. A literature review was carried out and the prospects of using humic acids for a functional effect on the transdermal properties of a smart biologically active humic-polymer hydrogel have been proved. Based on the results of the experimental research of conditional viscosity and electrical conductivity, the chemical structures of the sodium alginate–gelatin systems modified with humic acids were proposed.

Studies were carried out to determine the effect of humic acid modification on smart bioactive humic-polymer hydrogel transdermal materials based on gelatin and sodium alginate for the effect on the hydrogel swelling degree and moisture-lipid balance kinetics of the skin. The results of these studies are shown in Figures 1–3.

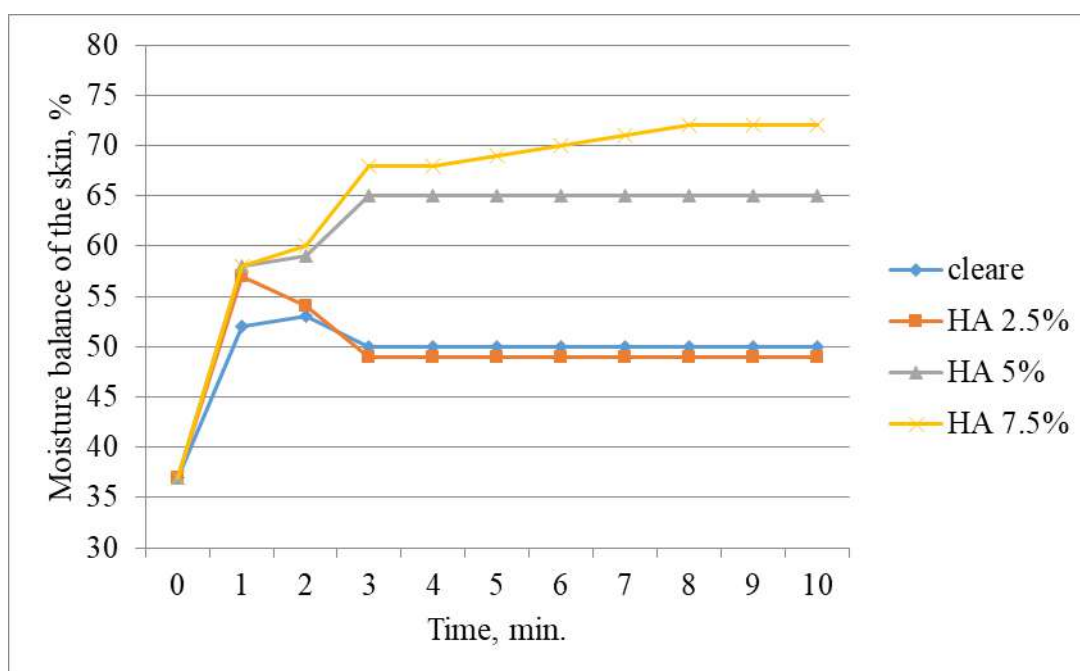


Fig. 1. The effect of humic acid modification on smart bioactive humic-polymer hydrogel transdermal materials based on gelatin and sodium alginate for the effect on the moisture balance kinetics of the skin acids.

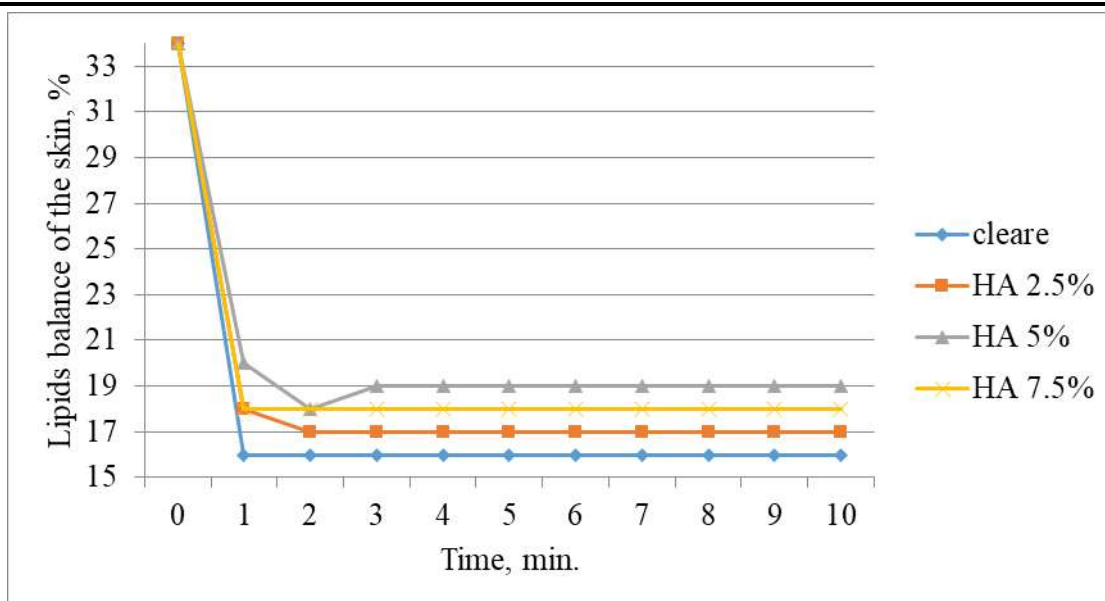


Fig. 2. The effect of humic acid modification on smart bioactive humic-polymer hydrogel transdermal materials based on gelatin and sodium alginate for the effect on the lipids balance kinetics of the skin acids.

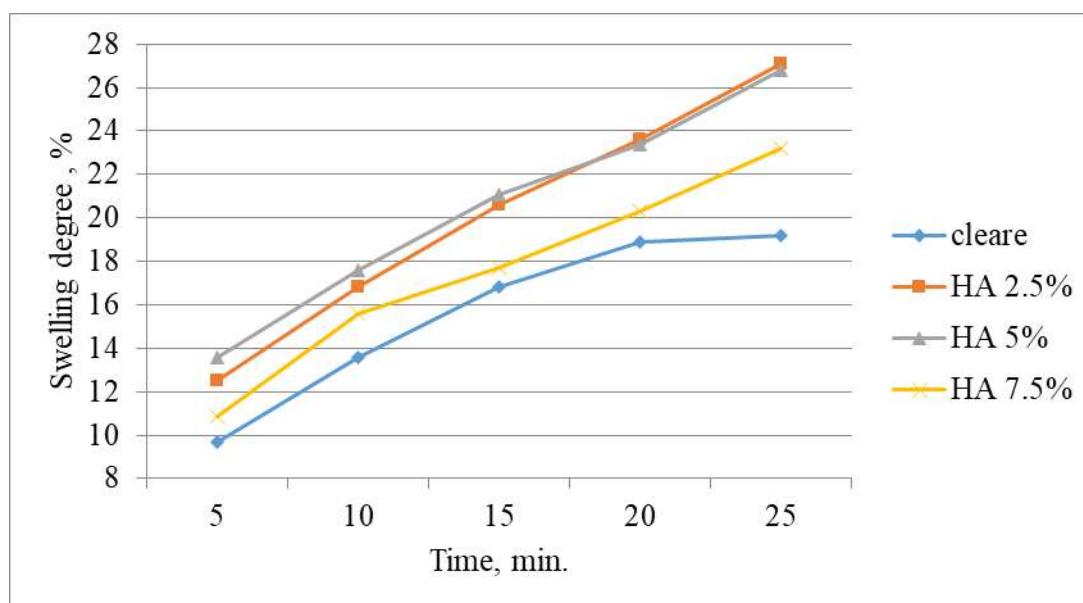


Fig. 3. The effect of humic acid modification on smart bioactive humic-polymer hydrogel transdermal materials based on gelatin and sodium alginate for the effect on the hydrogel swelling degree.

As an example of the practical use of the obtained smart bioactive transdermal materials, their suitability for use in cosmetic patches was confirmed by the results of the study of swelling and moisture-lipid balance of the skin in the area around the eyes,.

REFERENCES

1. Miroschnichenko D., Lebedeva K., Cherkashina A., Lebedev V., Tsereniuk O., Krygina N. Study of Hybrid Modification with Humic Acids of Environmentally Safe Biodegradable Hydrogel Films Based on Hydroxypropyl Methylcellulose. 71. 2022. C. 8.

STUDY OF POLYMER INORGANIC COMPOSITES FOR ELECTROMAGNETIC RADIATION ABSORPTION USING POTASSIUM TITANATES

*Lebedev V.¹, PhD, Associate Professor,
Miroshnichenko D.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Shestopalov O.¹, PhD, Associate Professor,
Hrubnik A.¹, PhD,
Nyakuma B.², PhD, Associate Professor*
¹National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
²Benue State University

The aim of the study is to design polymer inorganic composites for electromagnetic radiation absorption using potassium titanates. For the study polymer inorganic composites for electromagnetic radiation absorption, the following materials were used durethane brand polyamide 6 and sodium polytitanates were received by charge sintering that contain TiO_2 , K_2CO_3 и KCl .

Figure 1 shows micrographs of sodium polytitanate received by charge sintering of composition TiO_2 , K_2CO_3 и KCl .



Fig. 1. Micrographs of potassium polytitanate charge that contain TiO_2 , K_2CO_3 and KCl .

It was shown that modification of polyamide 6 with sintering products in a form of fine powder of potassium polytitanate with a particle size 1–5 microns that contain primary phase $\text{K}_2\text{O} \times 2\text{TiO}_2$ with an admixture of a phase $\text{K}_2\text{O} \times 4\text{TiO}_2$ allows to increase their strength properties, while the optimal content of potassium polytitanate over 10 % by mass.

Next studies were aimed at studying the influence of potassium polytitanate particles the introduction on the polyamide 6 strength properties complex – figure 2.

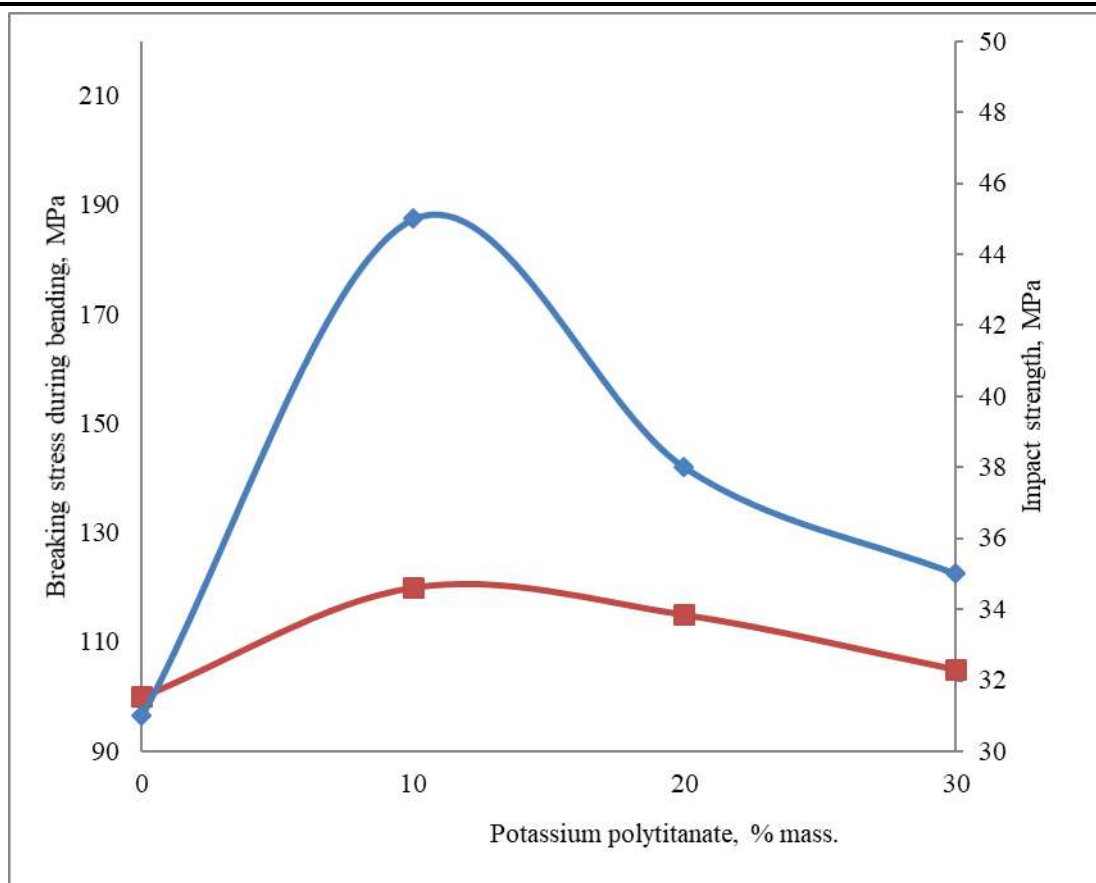


Fig. 3. Studying the influence of potassium polytitanate particles the introduction on the polyamide 6 strength properties complex.

It was shown that modification of polyamide 6 with sintering products in a form of fine powder of potassium polytitanate with a particle size 1-5 microns that contain primary phase $K_2O \times 2TiO_2$ with an admixture of a phase $K_2O \times 4TiO_2$ allows to increase their strength properties, while the optimal content of potassium polytitanate over 10 % by mass. To fully ensure the reinforcing effect due to the filling of potassium polytitanate polyamide 6, it is necessary to use whiskers $K_2O \times 6TiO_2$ which can be received by the amorphous charge sintering product additional crystallization.

REFERENCES

1. Lebedev V., Kryvobok R., Cherkashina A., Bliznyuk A., Lisachuk G., Tykhomyrova T. Design and research polymer composites for absorption of electromagnetic radiation, Proceedings of the 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2022. P. 1–4.
2. Shaporev V. P., Sebko V. V., Shestopalov O. V. Technological conformities to the law of carbos which underlaid production of whiskers inorganic refractory compounds. 1. Synthesis of whiskers during the leadthrough of firmly phase reactions. Visnyk NTU «KhPI» 27 (1070). 2014. P. 114–142.

FORECASTING THE CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATIONS AT CHLORINE STORAGE FACILITIES

Melnychenko A.¹,

Kustov M.¹, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,

Mykhaylova L.²

¹*National University of Civil Defence of Ukraine,*

²*Brandenburg University of Technology in Cottbus, Germany*

The largest chlorine storage center in the Kharkiv region is Khimprom State Enterprise, so this chemically hazardous facility was chosen as an example of the assessment of emergency zones with chlorine emissions.

When calculating the number of people subject to evacuation (partial withdrawal) in the event of an accident at the State Enterprise "Khimprom", we take the conditions for long-term (premature) forecasting, they are reflected in the Emergency Response Plan):

a) the total amount of hazardous chemicals at the time of the accident (in the maximum unit capacity);

b) nature of spillage on the underlying surface – "free" or "pallet";

c) height of embankment;

d) meteorological conditions are taken for long-term (premature) forecasting – they are standard (temperature - +20 degrees, wind less than 1m/sec, inversion);

e) the average population density over which the cloud of dangerous chemicals spreads;

For the aforementioned chemical facility, the "worst case scenario" is when chlorine is spilled on the railroad track of the production site from a railroad tank. In the case of a spill of a dangerous chemical substance from a railway tank, the depth of the contamination zone will be greater than in the case of a spill from an overturned tank, and the nature of the spill on the underlying surface will be "free". The depth of the zone of chemical contamination in case of spillage of a dangerous chemical substance from a railway tank (maximum unit capacity of 50 tons) is 52.9 km (wind speed in the surface layer – 1 m/s, air temperature - +20^oc, inversion) 52,9 km. The area of the zone of possible chemical contamination is:

$$S_{(ZPCC)} \equiv 3,14 \times g^2 \quad (1)$$

$$S_{(ZPCC)} \equiv 3,14 \times (52,9)^2 \equiv 8787,0 \text{ km}^2$$

The area of the predicted chemical contamination zone is:

$$S_{(ZPCC)} \equiv 0,11 \times g^2 \quad (2)$$

$$S_{(ZPCC)} \equiv 0,11 \times (52,9)^2 \equiv 307,8 \text{ km}^2$$

The average population density for the zones of predicted chemical contamination is 36 people per 1 km².

The average number of the population (thousands of people) living in zones of possible chemical contamination is:

$$N_{(ZPCC)} \equiv S_{(ZPCC)} \times n \quad (3)$$

$$N_{(ZPCC)} \equiv 8787,0 \times 36 \equiv 316,3$$

where: N – is the average number of the population; S_(ZPCC) – the area of the zone of possible chemical contamination; n - average population density per 1 km²;

The average number of the population (thousands of people) living in the zone of possible chemical contamination is: $N_{(ZPCC)} \equiv 307,8 \times 36 \equiv 11,1$.

Calculations of the approach of the cloud of contaminated air to densely populated cities, urban-type settlements are carried out according to the formula:

$$t \equiv \frac{x}{v} \text{ hours} \quad (4)$$

where: t – the approach time of the contaminated air front is presented in Table 2; X – the distance from the accident site to the settlement is presented in the table. 2; V – the speed of transport of the front of contaminated air to the point at the wind speed 1 m/s and inversion is 5 km/h [1] and leaves 5 km/h.

Table 2. Time of approach of contaminated air

№	Population centers	Distance from place accidents (km)	The time of the approach of the infected air (hours)
1.	Pershotravneve	2	0,4 hours=24 minutes
2.	Nova Vodolaha	44	8,8
3.	Zmiiv	34	6,8
4.	Sakhnovshchyna	34	6,8
5.	Kehychivka	34	6,8
6.	Balagleia	48	9,6

Calculations of the approach of a cloud of contaminated air to densely populated cities, urban-type settlements are carried out according to formula (4), the time of approach of contaminated air (Table 2).

Evaporation time calculations (the duration of action of chlorine) is 1.5 hours.

Calculations of possible losses of the average number of the population, workers, employees who found themselves in the zone of possible chemical contamination [1], thousands of people. (Table 3):

Lungs – to $(11,1.25 \div 100) = 2,775$;

Medium difficulty – to $(11,1.40 \div 100) = 4,44$;

Deadly consequences – to $(11,1.35 \div 100) = 3,885$.

Table 3. Calculations of possible losses of the average number of the population, workers, employees who were in the zone of possible chemical pollution

Structure of losses	Without gas masks, in buildings or in the simplest shelters
Lungs	2,775
Medium difficulty	4,44
Deadly consequences	3,885

REFERENCES

1. Наказ міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи № 73/82/64/122 від 27.03.2001 «Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті».

EFFECTS OF THERMO-HARDENING AND THERMO-PLASTIFICATION AT 200-280 °C FOR MICROFILLED EPOXY-COMPOSITES. EXAMPLES FOR FILLING BY SILICONCARBIDE, TITANIUMNITRIDE, GYPSUM G5 AND CEMENT M400

Starokadomsky D.^{1,2}, Ph.D. (Physics & Chemistry of surfaces), Senior Staff Researcher, Reshetnyk M.³, Ph.D. (Physics & Chemistry of surfaces), Senior Staff Researcher
¹*Chuiko Institute of Surface Chemistry (Department of Composites), Chemistry, National Academy of Sciences (NAS) of Ukraina,*
²*M.P. Semenenko Institute of Geochemistry Mineralogy and Ore Formation NAS,*
³*National Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine*

The work is devoted to the study of a new type of composites for the manufacture of special details, parts, tools or adhesive repair in the field. We have developed epoxy compounds that preserve or increase strength and ductility after heating at 200–250 °C.

That let, if necessary, an effective thermo-disinfection of composite tools/products at elevated temperatures. It is believed that conventional epoxy resins are unable to retain their physical and mechanical properties after heating above 200 °C. Their feature is in simplicity of making (ordinary filling with available\cheap microfillers) without special qualification of personnel and in any conditions (outside clinics, laboratories and service centers).

In this work some of such compositions (with SiC, TiN, SiO₂-marshalite, cement) are considered. It offers to name such composites of “thermo-harden” or “thermo-plasticized”. Bioneutrality, durability and heat-resistance, at 200–300 °C does him a good material for rapid repair and making of the special or failing instruments in the field, travelling, military and other difficult terms.

Filling only in some cases (for SiC) allows to increase the compressive strength F (Figures 1 and 2). But the unfilled polymer after heating significantly (25 %) loses its strength. And, **all the microfilled** composites taken after 250 °C gave a higher than H-polymer index. All of them practically retain his strength indicator after a hard heat treatment - unlike unfilled. Two of them (with cement and gypsum) increase their strength after hard heating.

Note - that the studied **nano-fillers** and a number of micro-fillers (basalt fiber, etc.) **do not give such** effects, losing strength as shown in the example of epoxide with 0.01 wt% graphene oxide (sample GrOx, Fig.1).

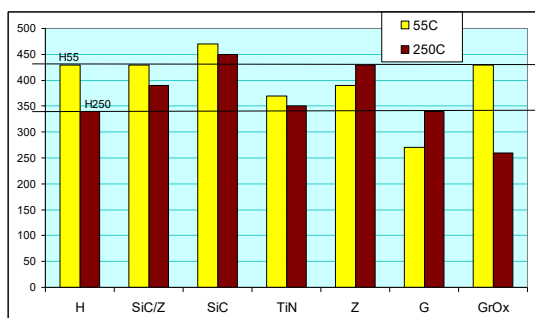


Fig. 1. Compression load (kgf) for composites without filling (H) and with 50 wt% SiC and cement (1: 1, SiC \ Z), SiC, TiN, cement M400 (Z), gypsum G5 (G) and from 0.01 wt% graphene oxide (GrOx). Line H55 shows the level for H after 55 °C, H250 - after 250 °C (1 hour).

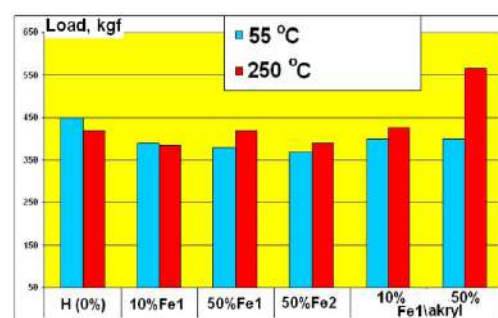


Fig. 2 [1]. Compression load (kgf) for composites (treated at 55 °C and 250 °C) without filling (H) and with 10-50 wt% of micro-iron neat and surface-modified by acrylate (Fe1\akryl).

The same picture was observed when such an epoxy resin was filled with a micro-iron in the work of Starokadomsky [1]. There, unfilled also have a maximal strength, but significantly reduced it after 250 °C. On the contrary, the iron-filled samples were strengthened (sometimes by 40–45 %, Fig. 2) precisely after a hard heating.

REFERENCES

1. Starokadomsky D. Epoxy Composites with 10 and 50 wt % Micronanoiron: Strength, Microstructure, and Chemical and Thermal Resistance. *Russ. J. Appl. Chem.* 90(8). 2017. P. 1304–1312.

COMPOSITE MATERIAL ZnS(Ag)/⁶LiF WITH IMPROVED PERFORMANCE FOR THERMAL NEUTRON DETECTION

*Tarasov V.¹, Sc.D., S. Researcher,
Shpilinskaja O.², PhD,
Trefilova L.³, Sc.D., S. Researcher,
Hapon Y.³, PhD,
Dubtsov I.⁴*

*¹Institute for Scintillation Materials of NASU,
²National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»,
³National University of Civil Defence of Ukraine,
⁴Institute for Single Crystals of NASU*

The work is devoted to the development of composite material ZnS(Ag)/⁶LiF with improved performance of thermal neutron detection. This material is a mixture of ⁶LiF converter and ZnS(Ag) scintillator, which is dispersed into an optically transparent matrix [1]. ⁶LiF converts a thermal neutron into α-particle (³He) and triton ³H, which share each other the released energy 4.78MeV, according to the following reaction:



Both these low-path particles enter ZnS(Ag) to give rise to scintillations.

An increase in the efficiency of thermal neutron detection can achieve by reducing energy losses by optimizing the grain size of ⁶LiF and ZnS(Ag) powders. The separation of the crystalline powders depending on the grain size was carried out by the method of dynamic sedimentation in centrifuges with the addition of surfactants. The granulometric characteristics of the obtained powder fractions were determined by an LMS-30 laser microanalyzer. Table 1 lists as the average size of grains in each fraction of ⁶LiF and ZnS(Ag) well as light output and efficiency of thermal neutrons registration by the one-layer composite material of ZnS(Ag)/⁶LiF made from the various powder fractions of ZnS(Ag) and ⁶LiF.

Table 1. Characteristics ZnS(Ag)/⁶LiF

№ of the powder fraction	The average size of grains in a powder fraction, μm		One-layer composite material ZnS(Ag)/ ⁶ LiF	
	ZnS(Ag)	⁶ LiF	The relative light output, number of channels, (²⁴¹ Am)	The registration efficiency of thermal neutrons, % (²³⁹ Pu-Be)
1	6.0	0.8	450	20.1
2	8.0	0.5	490	20.3
3	7.0	0.6	610	28.8
4	8.0	0.7	630	29.5
5	9.0	0.7	605	29.0
6	7.0	0.8	625	28.9
7	9.0	0.8	610	28.3
8	10.0	0.6	460	22.4
9	7.0	0.9	440	23.3
10	4.5	2.0	430	20.0

The composite material ZnS(Ag)/⁶LiF was obtained by the method dispersing the mixture of crystalline powders ZnS(Ag) and ⁶LiF with given average grain size into the optical

epoxy adhesive XTR-311 produced by His Glassworks, Inc. (USA). The adhesive is a two-component mixture which hardens at room temperature at the ratio of its components A:B=10:3. For the making of a composite, there was used the compound containing 56.0 g of ZnS(Ag)+14.0 g of ^6LiF +23.0 g of the component A and 6.9 g of the component B. The obtained composite was spread onto an organic glass plate measuring 40x25x3 mm³ with subsequent formation of the layer with thickness of 200 μm , which was formed using a squeegee.

According to the data presented in the Table 1, the highest efficiency of thermal neutron registration (28.3–29.6 %) is achieved for the one-layer composite material which contains the mixture of crystalline powders ZnS(Ag) and ^6LiF with the grain size 7–9 and 0.6–0.8 μm , respectively. To raise the registration efficiency there was proposed the design of the detector sensitive element consisting of multilayer composite material of "ZnS(Ag)/ ^6LiF in epoxy matrix" with the optimal grain size in each of ZnS(Ag) and ^6LiF powders.

Fig. 1 presents the general view of the packed sensitive element for the detector of thermal neutrons, which consists of four organic glass plates measuring 40x25x3 mm, used as light guides and neutron moderators, five ZnS(Ag)/ ^6LiF layers and the reflector made of Tetratex.

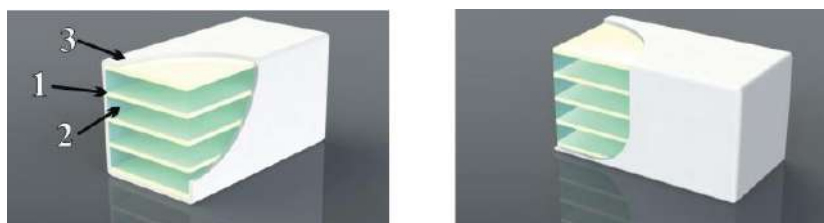


Fig. 1. The design of multilayer sensitive element for the thermal neutron registration. 1 – one-layer composite material "ZnS(Ag)/ ^6LiF in epoxy matrix", 2 – organic glass plate, 3 – light-reflector (tetratex).

The carried out measurement of the "Cd - difference" showed that the efficiency of thermal neutron registration by this multilayer sensitive element is 75 %.

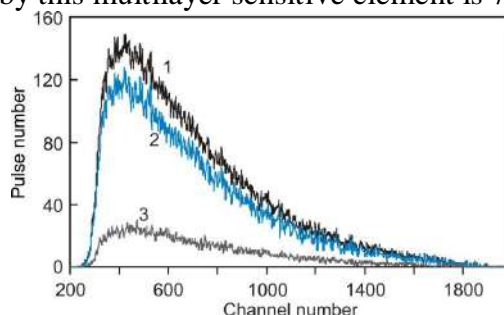


Fig. 2. Pulse amplitude spectra of the five-layer composite based on ZnS(Ag)/ ^6LiF , which are recorded under irradiation by Pu-Be source: 1 – without Cd-screen, 3 – with Cd-screen, 2 – "Cd - difference".

Thus, due to the high efficiency of thermal neutron registration, a cheaper and easier to operate solid-state scintillation counter based on ZnS(Ag)/ ^6LiF with an optimized grain size in both powders ZnS(Ag) and ^6LiF can successfully replace the expensive, scarce and short-lived He-3 counter.

REFERENCES

1. Kojima T., Katagiri M., Tsutsui N., Imai K., Matsubayashi M., Sakasai K. Neutron scintillators with high detection efficiency. Nucl. Instrum. Meth. A 529 (2004) 325.

СЕКЦІЯ 5

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

УДК 331.45 (477)

**ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ РИЗИКІВ ТРАВМАТИЗМУ
ПРАЦІВНИКАМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

*Артем'єв С.Р., к.т.н., доцент,
Прохоренков В.В.*

Національний університет цивільного захисту України

Вступ. Керівники і підприємці транспортної галузі нині зіштовхуються із серйозною проблемою моніторингу повсякденної діяльності на усіх етапах виконання завдань працюючими. Існуюча система управління охороною праці у галузі залізниці, у цілому, є ефективним інструментом для вдосконалення управлінського контролю, зниження травматизму і сприянню впровадженню позитивних очікувань щодо управління небезпеками на робочому місці і пов'язаними з ними ризиками травматизму працюючих.

Постановка проблеми. Однак слід зазначити, що ризикоорієнтовані підходи у транспортній галузі залізничного спрямування не впроваджені у повній мірі, достатньо частим є явище, що практика проведення навчання з охорони праці та інструктажів у підрозділах не ефективна, оскільки керівники підрозділів не володіють необхідними знаннями та навиками у цій сфері, не прогнозують ризики, не прораховують передумови. Тому у матеріалі тез систематизовано певні відомості стосовно напрямків вивчення та об'єктів прогнозування передумов виникнення травматизму працівниками залізничного транспорту.

Викладення матеріалу. До таких передумов можливо віднести наступні [1]:

- незадовільна підготовка працівників з питань охорони праці, тобто виявлено недоліки під час навчання безпечним способам виконання робіт, є формалізм під час проведення інструктажів з охорони праці;
- порушення технологічного процесу, правил експлуатації техно-логічного і електромеханічного обладнання;
- професійний добір працівників, тобто відсутність спеціалізації та використання працівників не за їх фахом;
- порушення трудової і виробничої дисципліни, має місце низька культура виробництва працівників;
- робота працівників без засобів індивідуального захисту, їх не-відповідність Технічним регламентам;
- конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність засобів виробництва;
- неналежна організація виробничого процесу, відсутність механізації й автоматизації робіт;
- незадовільний психологічний клімат колективів;
- відсутність належного відомчого контролю з боку посадових осіб за станом безпеки на робочих місцях та виконанням встановлених вимог безпеки і гігієни праці;
- невиконання вимог інструкцій з охорони праці працівниками та своїх посадових обов'язків.

Ризики травматизму під час проведення обслуговування транспорту:

- недотримання вимог безпеки технологічних процесів;
 - недотримання безпечних зон на майданчиках обслуговування;
 - недостатня надійність засобів виробництва;
 - низька трудова і виконавча дисципліна працівників;
 - невиконання правил та порушення інструкцій з охорони праці;
 - відсутність відомчого контролю за виконанням робіт;
 - вплив шкідливих і небезпечних виробничих чинників, метеоро-логічних умов;
 - відсутність планомірної організації виробничої діяльності;
 - невідповідність обладнання, устаткування вимогам безпеки, зношеність основних фондів;
 - порушення правил експлуатації технологічного й електромеханічного обладнання;
 - робота на несправному обладнанні, за відсутності захисних та блокувальних пристроїв;
 - травмування рухомими частинами та заготовками.
- Ризики травматизму під час проведення робіт на складах та платформах:
- недостатня обізнаність працівників з виробничим процесом, вимогами безпеки;
 - відсутність механізації та автоматизації робіт;
 - незадовільний технічний стан засобів виробництва, не проведення технічних оглядів;
 - неналежна обізнаність, забезпеченість і надійність роботи на ви-соті;
 - низька трудова дисципліна (робота у нетверезому стані, виконання сторонніх робіт та ін.);
 - робота без спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту;
 - недотримання технологічного процесу.
- Ризики травматизму під час проведення робіт на транспорті під час руху:
- недотримання вимог правил дорожнього руху;
 - не проведення обстеження транспортних засобів, устаткування;
 - технічні несправності пристроїв та потягів;
 - невиконання правил та порушення інструкцій з охорони праці;
 - неякісний професійний добір працівників, використання робітників не за спеціальністю;
 - відсутність належного контролю і нагляду з боку адміністрації за дотриманням правил охорони праці та безпеки руху;
 - відсутність передрейсового медичного огляду, медичні проти-показання працівників.

Висновки. Необхідно зазначити, що в профілактичній роботі та попереджувальній роботі стосовно питань виробничого травматизму необхідно зосередити зусилля на підвищенні рівня навчання з питань охорони праці посадових осіб і працівників, усунення причин травмування, виконання заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці, підвищення рівня трудової та виробничої дисципліни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шлях до нульового травматизму. URL: <http://surl.li/ehpkz> (дата звернення 8.02.2023 р.)
2. Євроінтеграція з охорони праці. URL: <http://surl.li/ehpit> (дата звернення 14.01.2023 р.)

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Бондаренко О.О.

Національний університет цивільного захисту України

Екологічна безпека є невід'ємним елементом стійкого розвитку суспільства, який реалізується в довготривалих інтересах людей і забезпечує сприятливі умови для існування і розвитку, як людського суспільства, так і всього рослинного і тваринного світу. В роботах [1, 2] представлена методика визначення показника екологічної безпеки підприємства, яка складається з декількох етапів: – комплексна оцінка ступеню забрудненості території впливу промислового підприємства, що інтегрує показники забруднення атмосферного повітря, поверхневих вод і ґрунтів; – комплексна оцінка впливу промислового підприємства на стан навколишнього природного середовища, яка складається з показників впливу скиду стічних вод на поверхневі водні об'єкти, викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та промислових відходів на стан довкілля. Показник екологічної безпеки підприємства визначається як середньо геометрична величина показника забрудненості території і показника впливу промислового підприємства на навколишнє природне середовище [1, 2]. Але практичне застосування цієї методики потребує її удосконалення. Вплив скидів стічних вод на стан поверхневих вод залежить від технічного стану і надійності очисних споруд та їх ефективності, а також від складу стічних вод та кратності перевищення затверджених нормативів гранично допустимих скидів (ГДС). Тому пропонується визначати показник впливу скидів стічних вод на стан поверхневих вод за формулою:

$$EP_w = n \times e \times \sum_n \left(4 \times \sum \frac{M^{w_1}}{ГДС_1} \right) + \sum_n \left(3 \times \sum \frac{M^{w_2}}{ГДС_2} \right) + \sum_n \left(2 \times \sum \frac{M^{w_3}}{ГДС_3} \right) + \sum_n \left(\frac{M^{w_4}}{ГДС_4} \right), \quad (1)$$

де EP_w – показник впливу скиду стічних вод на стан поверхневих вод, безрозмірна величина;

n – коефіцієнт надійності експлуатації очисних споруд, який дорівнює наступним значенням:

$n=1,5$ – перевищено термін експлуатації очисних споруд більш ніж в 2 рази; 1

$n=1,25$ – перевищено термін експлуатації очисних споруд більш ніж в 1,1–1,9 рази;

$n=1$ – термін експлуатації очисних споруд не перевищено;

e – коефіцієнт ефективності очисних споруд, який дорівнює наступним значенням:

$e=1,5$ – очисні споруди малоефективні (ефективність очисних споруд $\leq 75\%$);

$e=1,25$ – очисні споруди ефективні (ефективність очисних споруд складає $75\%–90\%$);

$e=1$ – очисні споруди високоефективні (ефективність очисних споруд $\geq 90\%$);

n – кількість забруднюючих речовин, що прийнято для розрахунку;

M^{w_1} – маса скиду забруднюючих речовин 1 класу небезпеки, г/год;

(M^{w_2} ; M^{w_3} ; M^{w_4}).

$ГДС_1$ – гранично допустимий скид забруднюючих речовин 1 класу небезпеки, г/год;

($ГДС_2$; $ГДС_3$; $ГДС_4$)

Таким чином, при визначенні показника впливу скиду стічних вод на стан поверхневих вод враховується клас небезпеки забруднюючих речовин, які потрапляють до водних об'єктів, а також ступінь надійності очисних споруд, що впливає на можливість виникнення надзвичайних ситуацій. Аналогічно пропонується визначати показник впливу викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря за формулою:

$$EP_A = n \times e \times \sum_n \left(4 \times \sum \frac{M^A_1}{ГДВ_1} \right) + \sum_n \left(3 \times \sum \frac{M^A_2}{ГДВ_2} \right) + \sum_n \left(2 \times \sum \frac{M^A_3}{ГДВ_3} \right) + \sum_n \left(\frac{M^A_4}{ГДВ_4} \right), \quad (2)$$

де EP_A – показник впливу викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря, безрозмірна величина;

M^A_1 – маса викиду забруднюючих речовин 1 класу небезпеки, г/с;

(M^A_2 ; M^A_3 ; M^A_4)

$ГДВ_1$ – гранично-допустимий викид забруднюючих речовин 1 класу небезпеки, г/с;

($ГДВ_2$; $ГДВ_3$; $ГДВ_4$).

Показник впливу промислових відходів на стан довкілля також визначається з урахуванням класу небезпеки відходів та надійності і ефективності природоохоронних заходів за формулою:

$$EP_V = s^v \cdot \dot{a}^v \times \sum_n \left(4 \times \sum \frac{M^v_1}{L_1} \right) + \sum_n \left(3 \times \sum \frac{M^v_2}{L_2} \right) + \sum_n \left(2 \times \sum \frac{M^v_3}{L_3} \right) + \sum_n \left(\frac{M^v_4}{L_4} \right), \quad (3)$$

де EP_V – показник впливу промислових відходів на стан довкілля, безрозмірна величина;

s^v – коефіцієнт впливу розміщення промислових відходів на стан довкілля, який визначається за даними табл. 1, безрозмірна величина;

\dot{a}^v – коефіцієнт ефективності природоохоронних заходів зберігання відходів, визначається за даними табл. 2, безрозмірна величина;

n – кількість відходів, що прийнято для розрахунку;

M^v_1 – обсяг накопичення відходів 1 класу небезпеки, т/рік;

(M^v_2 ; M^v_3 ; M^v_4)

L_1 – нормативно допустимий обсяг накопичення відходів 1 класу небезпеки, т/рік;

(L_2 ; L_3 ; L_4)

Інтенсивність негативного впливу промислових відходів на навколишнє природне середовище залежить від типу та розміру об'єктів розміщення відходів і визначається за даними табл. 1.1. Коефіцієнт впливу розміщення промислових відходів на стан довкілля приймається за максимальним значенням параметрів [1, 2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Рибалова О. В., Белан С. В. Новий підхід до визначення показника екологічної безпеки промислового підприємства. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр. УкрНДІЕП. Х.: Райдер, 2015. Вип. XXXVII. С. 57–68

2. Рибалова О. В. Определение уровня обеспечения экологической безопасности на предприятиях пищевой промышленности. Научн.-произв. журнал «Экология и промышленность» Харьков. № 3–4. 2017. С. 34–39.

ПРОНИКНІСТЬ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ДЛЯ СКЛОВОЛОКНА

Бригада О.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Скляна промисловість є однією з базових галузей економіки України і відіграє важливу роль у формуванні макроекономічних показників окремих регіонів і всієї держави.

Скляна промисловість включає в себе виробництво скла, його формування, виготовлення дзеркал, виробництво склопакетів, виробництво ємностей зі скла, скловолокна, лабораторних скляних виробів, виготовлення оптичного скла, ламп тощо. Виробництво безперервного скловолокна є важливою підгалуззю хімічного комплексу. Продукція виробництва безперервного скловолокна має ряд цінних властивостей (міцність, негорючість, стійкість до корозії тощо) та знаходить широке застосування в електроніці, авіації, ракетній техніці тощо.

У процесі отримання скловолокна повітряне середовище забруднюється не тільки паро-газо-аерозольною сумішшю компонентів замаслювача, але й дрібнодисперсним пилом скла. Необхідно відзначити, що в зв'язку з особливостями технологічного процесу співробітники виробництва скловолокна (наприклад, оператори отримання безперервного скловолокна) піддаються впливу хімічних речовин як через дихальні шляхи, так і крізь шкірні покриви [1]. Це пов'язано з виконанням ряду операцій щодо заправки ниток скловолокна, усуненням напливів або обривів ниток без використання засобів індивідуального захисту шкіри рук.

Великий рівень ризику розвитку професійних захворювань, новоутворень шкіри, неінфекційних хронічних захворювань у працюючих виробництва скловолокна обумовлений впливом комплексу небезпечних та негативних факторів робочого середовища працюючих, що включає в себе шкідливі речовини, що входять до складу замаслювачів, параметри мікроклімату, дрібнодисперсний пил скловолокна, а також мікротравматизацію шкіри рук [2].

З метою запобігання дії шкідливих факторів на підприємствах з виробництва скловолокна працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту. В якості засобів індивідуального захисту органів дихання працівники (наприклад, оператори печі скловолокна) використовують різні засоби, в тому числі і звичайні разові медичні маски. Медична одноразова маска виготовляється з високоякісного нетканого матеріалу, що складається з 3-х шарів: смс-Мельтблаун-смс. Під час виробництва сертифікованих медичних масок використовуються тільки матеріали, що не містять скловолокна, натурального латексу та його похідних, тому такі маски є гіпоалергенними, не перешкоджають диханню та не завдає дискомфорту, маючи при цьому бар'єрні антибактеріальні властивості до 98 %. Такі медичні одноразові маски дуже зручні у використанні, оскільки щільно прилягають до обличчя за рахунок вбудованого носового напівжорсткого фіксатора, мають м'які круглі гумки, які кріпляться за вушними раковинами та не тиснуть, що дозволяє носити маску тривалий час.

З метою дослідження проникності медичних масок для частинок скловолокна проведено мікроскопічне дослідження медичних масок після їх використання протягом однієї зміни. Мікроскопіювання проводили відповідно до [3]. Маску було поділено на окремі шари, після чого кожен шар захисної маски піддавали мікроскопіюванню (рисунок). Окремо визначали і розміри часточок скловолокна. Під

час дослідження кожний шар маски поміщали на предметне скло та передивлялися в мікроскоп до 20 полів зору.

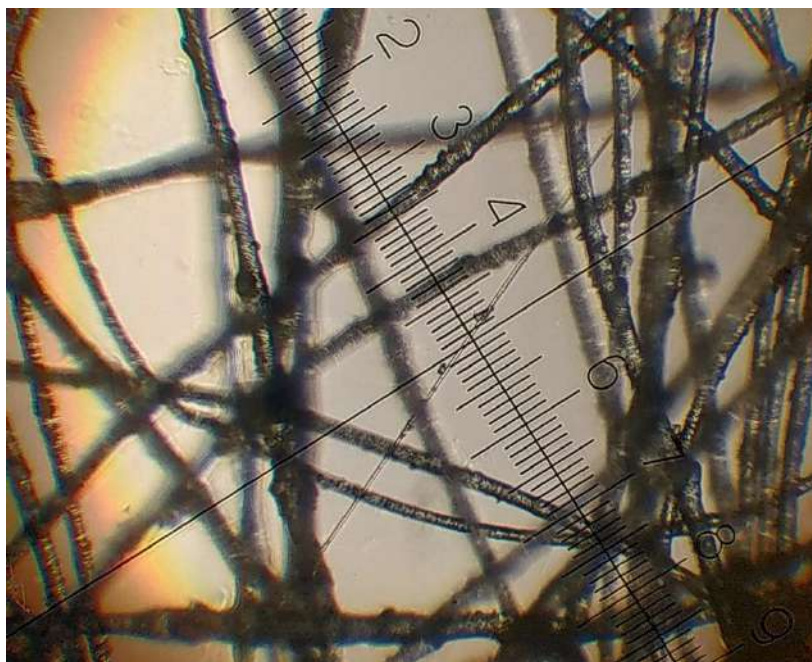


Рис. 1. Наявність частинок скловолокна у зовнішньому шарі захисної маски.

Під час мікроскопіювання частинки скловолокна виявлені у всіх трьох шарах маски, тобто дані маски не забезпечують надійний захист органів дихання працівників від проникнення частинок скловолокна.

Таким чином, зважаючи на те, що часточки скловолокна знайдені у всіх трьох шарах захисної маски працівників підприємств скловолокна та на розміри цих часточок, для засобів індивідуального захисту органів дихання працівників цих підприємств рекомендується використовувати більш щільні матеріали, що не пропускають часточки розміром менше ніж 5 мкм. Це дозволить вдосконалити процес трудової діяльності працюючих та зменшити кількість професійних захворювань працівників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
2. Бригада О. В., Сивопляс В. В. Професійні ризики здоров'я операторів безперервного скловолокна. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. Харків: НУЦЗ України, 2021. С. 334.
3. ДСТУ БА.1.1-9-94. Метод електронної мікроскопії матеріалів. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=5031

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В КОНТЕКСТІ ДИНАМІКИ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Брикульська М.В., к.м.н.

Центральноукраїнський інститут розвитку людини

Актуальність екологічної безпеки в контексті інфекційних хвороб обумовлена високим, незважаючи на застосовувані профілактичні заходи, рівнем смертності, а також тим, що в епідемічний процес залученні широкі верстви населення. В Україні щорічно за медичною допомогою звертаються мільйони жителів, з них до 8–9 млн. з приводу інфекційних та паразитарних захворювань, насамперед, гострих респіраторних інфекцій та грипу, кишкових інфекцій, туберкульозу, ВІЛ/СНІДу, паразитозів. Значна кількість хворих залишається поза медичною статистикою через самолікування. Показники інфекційної та паразитарної захворюваності останніми роками знизились, проте по багатьох нозологіях продовжують перевищувати аналогічні в провідних країнах Європи. Від інфекційних хвороб гинуть тисячі українців, у тому числі й діти, при тому, що їх питома частка в загальній структурі первинної захворюваності серед всього населення України не перевищує 4%. Поширенню інфекцій можуть сприяти чи, навпаки, уповільнювати цей процес соціально-економічні та екологічні чинники, такі як зростання чисельності населення, його щільність і рух, урбанізація, зміни в землекористуванні, зміни клімату та поведінки людини, впливаючи на ефективність профілактичних заходів.

Аналіз результатів даного дослідження був проведений на базі державної установи «Кіровоградський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України». Одним із основних напрямів діяльності центру є проведення бактеріологічних досліджень. До спектру досліджень, що проводяться бактеріологічною лабораторією цієї установи відносяться: дослідження харчових продуктів, безалкогольних напоїв, повітря, змивів, води питної, матеріалу на стерильність та на бактеріальну забрудненість; дослідження клінічного матеріалу (з зіву, носу, рани, вух, очей, статевих органів, біологічних рідин – сечі, мокроти, простатичного соку, фекалій тощо.) для виявлення збудників інфекційних хвороб; дослідження по виявленню дизбактеріозу кишковика; визначення чутливості до антибіотиків для раціонального лікування інфекційних хвороб; надання консультативної допомоги за результатами отриманих досліджень.

Другим важливим напрямом роботи центру контролю та профілактики хвороб є епідеміологічний нагляд з метою спостереження за циркуляцією вірусів у зовнішньому середовищі, діагностики вірусних інфекцій і розшифровки спалахів неясної етіології. Такі дослідження здійснює вірусологічна лабораторія. Наступним напрямом роботи центру є організація досліджень біологічних факторів, який здійснює окремий відділ.

Особливо варто звернути увагу на значну кількість функцій щодо збору інформації, аналізу звітів та інших документів та підготовці матеріалів для інформування необхідних осіб та закладів щодо результатів епідеміологічного нагляду за інфекційними захворюваннями, протиепідемічними та профілактичними заходами. Відзначимо, що на сьогодні всі ці роботи виконуються у ручному режимі без відповідної автоматизації та цифровізації, що уповільнює та ускладнює роботу відділу.

Державною установою «Кіровоградський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» здійснюється значна

робота по моніторингу, збереженню та покращенню громадського здоров'я населення області, виконуються різноманітні функції, відповідно до регламентних документів центру.

Метою дослідження є вивчення об'єктів навколишнього середовища, з позиції екологічної безпеки, зокрема продукти та продовольча сировина, вода питна централізована, вода питна нецентралізована, вода водойм, ґрунт, повітря закритих приміщень, повітря робочої зони, атмосферне повітря, електромагнітне поле, шум, а також провести моніторингові дослідження щодо інфекційних захворювань населення.

Під час виконання дослідження, були використані наступні методи: функціональний, порівняльний аналіз – для проведення аналізу діяльності державної установи «Кіровоградський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України»; модельний, комплексний підходи – для розробки моделі інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності установ сфери громадського здоров'я та заходів з її впровадження на практиці; статистичний – для обробки даних дослідження. Дослідження проводилися з використанням комерційних стандартизованих поживних середовищ, біохімічних тестових наборів для ідентифікації, систем експрес діагностики, обладнання для діагностики анаеробної флори, обладнання для достовірного визначення антибіотикорезистентності виділених культур патогенних мікроорганізмів.

Матеріально-технічна база центру має обладнання, надане за підтримки Міністерства охорони здоров'я України та Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) «Поліпшення охорони здоров'я на службі у людей». Так, серед лабораторного обладнання – два сучасні лабораторні холодильники для зберігання витратних матеріалів. Холодильна система оптимізована високоякісними герметичними компресорами та іншими компонентами для високої ефективності. Зручний дизайн, висока експлуатаційна теплоізоляція, склопакети з електропідігрівом з декількома антиконденсаційними технологіями, автоматичне видалення конденсату. Це дає можливість дотримуватися стандартів ЄС та підсилити потужність вірусологічної лабораторії, в т.ч. з метою безперебійного тестування на COVID-19 в умовах пандемії.

Незадовільний стан природного навколишнього середовища та техногенної сфери призводить до негативних соціально-економічних наслідків, зокрема, через погіршення здоров'я населення, а відтак, збільшення видатків на медичну допомогу, а також витрат на соціальну допомогу внаслідок тимчасової непрацездатності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гуцалюк О. М. Аналіз стану кадрового забезпечення сфери охорони здоров'я України у період реформування. Вісник економічної науки України. 2019. № 2 (37). С. 110–114.
2. Hutsaliuk O. M., Navolokina A. S. Research on the economic interaction between the labor market and human resources in the healthcare sector in Ukraine Economic innovations. 2020. Vol. 22. Iss. 1 (74). P. 37–51.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ МІЮЧИХ РОЗЧИНІВ ТА УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕДУР ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

Букаренко Н.О., к.т.н., доцент,

Єршова Н.Ю., д.е.н., професор,

Зінченко М.Г., к.т.н., професор

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Актуальність забезпечення екологічної безпеки при очищенні миючих розчинів після миття автомобілів зумовлена не лише розвитком сучасних підприємств обслуговування автомобілів, розширенням асортименту миючих засобів для автомобілів, зростанням кількості автомобілів, а й екологічними проблемами, прагненням суспільства до сталого розвитку. У Звіті про світовий ринок засобів догляду за автомобілями сказано, що прогноз обсягу цього ринку до 2028 р. досягне 14,48 млрд доларів США, а середньорічний темп зростання складе 4,3 % (період з 2021 по 2028 рік) [1]. Аналітичні джерела та проведені дослідження підтверджують, що в останнє десятиліття кількість автомийок у великих містах збільшується, проте якість очищення стічних вод міністанцій не відповідає існуючим вимогам забезпечення екологічної безпеки [2, 3]. Важливим є те, що екологічні заходи є обов'язковим елементом стратегії сталого розвитку підприємства. Саме екологічна, соціальна та економічна складові сталого розвитку забезпечують благополуччя окремого суб'єкта господарювання та галузей економіки загалом. Філософія економіки «блакитного океану», «зеленої економіки» передбачає вимоги до суб'єктів господарювання щодо природних ресурсів та довкілля [4, 5]. Дійсно, до екологічних департаментів чи екологів автопідприємств чи автомийок зростають вимоги щодо забезпечення належної якості стічних вод, що скидаються у каналізаційну, а тим більше до зливової мережі. Такі вимоги сприяють удосконаленню технології процесу очищення миючих засобів та управлінських процедур щодо забезпечення дотримання цих технологій. Відповідно до довідкових даних середньорічна кількість забруднень у стічних водах автомийок, що припадають на один автомобіль довжиною не більше 6 м і 2 м завширшки, при експлуатації його на асфальтованому покритті приймається: за зваженими речовинами 700 мг/л; з нафтопродуктів 75 мг/л [6]. Саме виходячи з цього виникає гостра необхідність удосконалення технології очищення миючих розчинів після миття на підприємствах з обслуговування автомобілів.

Для миття транспортних засобів потрібна велика кількість води. При цьому використовуються хімічні речовини, що призводить до утворення потенційно токсичних стічних вод [7–9]. Забруднюючими компонентами є відходи нафтових вуглеводнів (бензин, дизельне паливо та моторне масло), поживні речовини (фосфор та азот), поверхнево-активні речовини, асфальт, солі, органічні речовини, важкі метали, які негативно впливають на екологічну безпеку навколишнього середовища. Скидання таких забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти погіршує якість води. Безумовно, такі дії негативно впливають на водні екосистеми, погіршують використання води в господарсько-побутових, промислових, сільськогосподарських та рекреаційних цілях. Для цього дослідження важливим є наголос на особливостях очищення стічних вод від застосування синтетичних миючих засобів після миття автомобілів. Серед таких: низька біорозкладність, поганий баланс поживних речовин, інші. Такі характеристики ускладнюють процес їхнього очищення. Тим не менш, останні досягнення в галузі біотехнології, розробка технологій та комерційного

обладнання можуть зробити ці процеси більш застосовними у найближчому майбутньому.

Більшість технологічних рішень очищення миючих розчинів після миття автомобілів засновані на механічних та фізико-хімічних методах. При цьому широко використовуються відстоювання, коагуляція, електрокоагуляція, флотація, електрофлотація та фільтрація на різних завантаженнях [3]. Діапазон існуючих методів очищення обумовлений тим, що стічні води після миття автомашин містять безліч шкідливих елементів: зважені речовини мінерального характеру, органічні забруднення в розчиненому вигляді, нафтопродукти, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини, реагенти, що використовуються для очищення доріг від льоду та снігу [3].

Мета даного дослідження полягає у розробці рекомендацій щодо екологічної орієнтації бізнесу на основі інноваційного методу очищення стічних вод від синтетичних миючих засобів, які утворюються після миття автомобілів методом пінної флотації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Global Car Care Products Market Report 2021. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20211004005491/en/Global-Car-Care-Products-Market-Report-2021---ResearchAndMarkets.com>
2. Lau W. J., Ismail A. F., Firdaus S. Car wash industry in Malaysia: Treatment of car wash effluent using ultrafiltration and nanofiltration membranes. *Separation and purification Technology*. 104. 2013 P. 26–31.
3. Bukatenko N., Zinchenko M., Iershova N. Innovative Technology for Clearing Detergent Solutions after Car Washing while Making Environmentally Friendly Managerial Decisions. *Key Engineering Materials*. 925. 2022. P. 93–101. URL: <https://doi.org/10.4028/p-4g90xd>
4. Portna O. V., Iershova N. Yu. Eco-management of organizations within the green economy system. *Acta Innovations*. 35. 2020. P. 81–94.
5. More information about the concept of green economy. URL: <https://www.unenvironment.org/resources/publication/shades-green-introduction-green-economy-parliamentarians-issues-brief>
6. Tekere M., Sibanda T., Maphangwa K. W. An assessment of the physicochemical properties and toxicity potential of carwash effluents from professional carwash outlets in Gauteng Province South Africa. *Environmental Science and Pollution Research*. 23. 2016. P. 11876–11884.
7. Aikins S., Boakye D. O. Carwash wastewater characterization and effect on surface water quality: A case study of washing bays sited on Oda and Daban streams in Kumasi, Ghana. *ARNP Journal of Science and Technology*. 5(4). 2015. P. 190–197.
8. Pattusamy V., Nandini N. Detergent and sewage phosphates entering into lake ecosystem and its impact on aquatic environment. *International Journal of Advanced Research*. 2013. 1(3).
9. Bukatenko N., Zinchenko M. Environmental Safety of Waste Detergent Solutions. *Materials Science Forum*. 1006. 2020. P. 202–207. URL: <https://main.scientific.net/book/problems-of-emergency-situations-materials-and-technologies/978-3-0357-3747-9/ebook>

АНАЛІЗ НАПРЯМІВ ПРАЦЕОХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ З ОГЛЯДУ НА ВІДПОВІДНІ ЗАДЕКЛАРОВАНІ ІНІЦІАТИВИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

*Войналович О.В.¹, к.т.н., доцент,
Гнютюк О.А.², к.т.н.*

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
²Державна служба з питань праці

В Європейському Союзі (ЄС) триває законодавча діяльність щодо покращення стану охорони праці, зокрема нещодавно розроблено і нині впроваджується Рамкова стратегія ЄС із безпеки та здоров'я на роботі на 2021-2027 роки «Безпека та здоров'я на роботі в мінливому світі праці». Наголос у стратегії зосереджено на питаннях виробничих цифровізації (комп'ютеризації, роботизації, автоматизації) та екологізації, враховуючи новітні демографічні та економічні виклики щодо необхідності забезпечення безпеки та здоров'я на роботі (БЗР), а також зміни, які змушують дещо інакше розглядати виробниче (робоче) довкілля.

Зазначені у Рамковій стратегії рекомендовані підходи забезпечення БЗР є актуальними й для управління охороною праці в Україні. Положення Рамкової стратегії варто деталізувати, врахувавши важкі негативні наслідки для економіки України військової агресії та розбіжності (відмінності) щодо оцінення відносно кількості випадків виробничого травматизму і професійної захворюваності в європейських державах та в Україні, зокрема у працезохоронній термінології.

Основною відмінністю працезохоронного законодавства в ЄС від України є зосередження на результатах роботи у галузі охорони праці, а не на процесах, щоб цих результатів досягти. Так, в європейському працезохоронному законодавстві зокрема конкретизовано: обов'язки роботодавця щодо необхідності оцінення професійних ризиків та їх профілактики; вимоги щодо пристосування умов виконання роботи до можливостей працівників; узгодження дій всіх посадових осіб та працівників підприємства щодо запобігання травматизму і захворюваності з врахуванням особливостей технології, організації виконання робіт, умов праці та соціальних відносин.

Для того, щоб виокремити і проаналізувати основні стратегічні напрями працезохоронної діяльності в Україні щодо їх відповідності задекларованим ініціативам Рамкової стратегія ЄС із БЗР, у даній роботі дослідили співвідношення загальної кількості травмованих працівників до кількості загиблих на виробництві в окремих країнах ЄС та в Україні (період 2011–2018 рр.). Аналізували тенденції змінення коефіцієнта $K_{cnie} = N_{трав} / N_{заг}$, де $N_{заг}$ – кількість загиблих протягом року працівників; $N_{трав}$ – кількість травмованих працівників (без врахування кількості загиблих). Встановлено, що коефіцієнт K_{cnie} , розрахованих за статистичними даними виробничого травматизму в Україні, у десятки разів менший ніж відповідні коефіцієнти для країн Європи, окрім Румунії. І якщо для всіх країн, статистичні дані виробничого травматизму в було використано в розрахунках, протягом періоду 2011–2018 рр. характерною є тенденція підвищення коефіцієнта K_{cnie} на відміну від України, де коефіцієнт K_{cnie} зменшився на 40 %.

У системі БЗР важливим є виявлення пріоритетних напрямів працезохоронної роботи. У даній роботі було розглянуто значущість у статистиці виробничого травматизму за період 2017-2021 рр. основних причин, згрупованих як організаційні, технічні, психофізіологічні та техногенні. Ці причини було пронумеровано так:

1 – незадовільна організація підготовки безпеки роботи; 2 – засоби індивідуального захисту; 3 – засоби виробництва, устаткування, обладнання, транспортні засоби, будівлі тощо (небезпеки під час безпосереднього виконання робіт); 4 – зовнішні чинники впливу; 5 – особисті фізичні чинники; 6 – проєктна (конструкторська) документація, технологічний процес (підготовчий етап щодо безпеки виконання робіт); 7 – порушення встановлених вимог під час виконання робіт; 8 – недотримання (незабезпечення) норм безпеки виробничого довкілля; 9 – протиправні чинники; 10 – соціальні явища; 11 – природні явища

На рис. 1 представлено побудовані діаграми, що характеризують для окремих років значущість у відсотках причин виробничого травматизму, позначених відповідними номерами, та підтверджують справедливність для статистики виробничого травматизму в Україні принципу Парето – 80 % нещасних випадків зумовлюють 20 % причин виробничого травматизму.

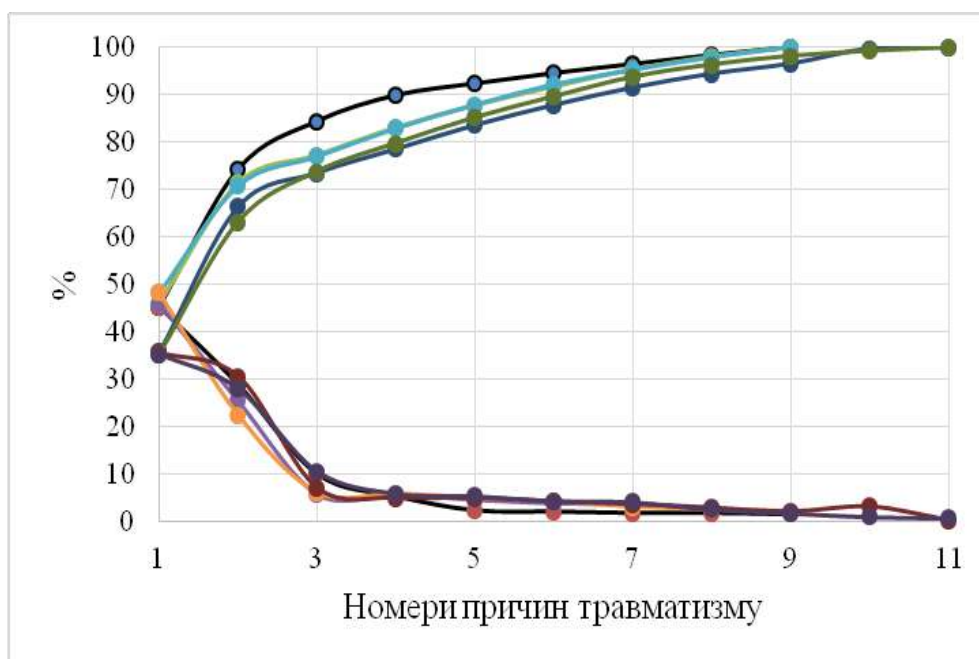


Рис. 1. Діаграми значущості причин виробничого травматизму за період 2017-2021 рр.

На рис. 1, щоб не ускладнювати сприйняття, діаграми для окремих років не позначено, оскільки діаграми практично накладаються, що підтверджує незначні зміни значущості причин травматизму з року в рік. У принцип Парето (правило 80 %–20 %) вкладаються значущості трьох зазначених причин виробничого травматизму – організаційних (номери 1 і 2) та технічної (номер 3).

У даній роботі розроблено порівняльну схему функціонування системи БЗР на двох рівнях: держави (розроблення національних політики, програми і системи БЗР) та підприємства (зокрема щодо співставлення працеохоронних прав і обов'язків роботодавця і працівників).

АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ВІДСТЕЖЕННЯ ТА ОЦІНЕННЯ РИЗИКІВ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Войналович О.В.¹, к.т.н., доцент,

Тимочко В.О.², к.т.н., доцент

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,

²Львівський національний університет природокористування

Перехід сільськогосподарських підприємств у приватну власність, створення великої кількості середніх, малих (фермерських) господарств, невідповідність законодавчої працезохоронної бази новим умовам організації праці в агропромисловому комплексі, а також високий рівень неформальної зайнятості та незадекларованої праці на селі створили суттєві перешкоди для впровадження дієвої системи запобігання виробничим нещасним випадкам та професійним хворобам. Це стосується не лише їх належної реєстрації, а й прогнозування та запобігання професійним ризикам.

Мета досліджень – розроблення, обґрунтування і систематизування елементів (структури, складників тощо) системи відстеження ризиків на робочих місцях аграрного підприємства.

Система відстеження параметрів виробничого довкілля має передбачати виявлення та оцінювання чинників, які можуть несприятливо (шкідливо, небезпечно) впливати на здоров'я працівників. Зокрема у такій системі відстеження необхідно оцінювати санітарно-гігієнічні умови на робочих місцях, чинники організації праці, які можуть загрожувати здоров'ю працівників, ефективність застосування засобів колективного та індивідуального захисту, а також інших систем, призначених для запобігання або обмеження шкідливих (несприятливих) впливів. Відстеження стану виробничого довкілля має бути зосереджено на покращенні ергономічності робочих місць та відповідних психосоціальних чинниках, профілактиці нещасних випадків та професійних хвороб, гігієні праці, організації праці на робочому місці.

У даній роботі систему управління професійними ризиками запропоновано виокремити на три взаємозв'язані частини: систему виявлення потенційних небезпек, систему оцінювання професійних ризиків та систему запобіжних працезохоронних заходів. Потрібно дотримуватися таких етапів ефективного функціонування системи управління професійними ризиками: – планування організаційних дій щодо виявлення небезпек на робочих місцях; – виявлення наявних і можливих небезпек та їх ідентифікування; – оцінювання професійних ризиків і визначення ступеню їх прийнятності (допустимості) для підприємства; – встановлення достатності наявних та рекомендованих заходів безпеки; – за потреби впровадження більш ефективних заходів (засобів) безпеки; – відстеження залишкових ризиків на робочих місцях; – розроблення додаткових заходів безпеки на основі аналізу даних моніторингу. Запропонований алгоритм потрібно розглядати як замкнений процес: адже за результатами аналізу діяльності системи управління професійними ризиками ухвалюють рішення щодо необхідності подальшої процедури ідентифікування небезпек і оцінювання ризиків. У даній роботі елементи запропонованої структури системи відстеження потенційних небезпек на аграрному підприємстві охарактеризовано у вигляді блок-схеми.

Потрібно зазначити, що впровадження елементів системи відстеження потенційних небезпек на аграрному підприємстві є досить складним завданням через особливості аграрного виробництва, наприклад внаслідок недостатнього контролю

посадовими особами підприємств за безпекою виконання польових механізованих робіт. В аграрних підприємствах як небезпеки на робочих місцях потрібно розглядати несприятливу дію виробничого довкілля на працівників з притаманними їм помилками, що призводять до порушень нормативно-правових актів охорони праці.

Щоб оцінити значущість виявлених небезпек щодо спричинення нещасних випадків, у даній роботі запропоновано орієнтуватися на щорічні статистичні дані Державної служби з питань праці України про відносний розподіл кількості потерпілих на виробництві згідно з причинами настання нещасного випадку. Потрібно зазначити, що статистичні дані Фонду соціального страхування України передбачають виокремлення причин виробничого травмування на більшу кількість, де суттєвою градацією є підрозділ «інші причини», що ускладнює можливість співставлення виявлених небезпек з їх причинами.

Виконаний у даній роботі статистичний аналіз показав, що співвідношення організаційних, технічних і психофізіологічних причин смертельного виробничого травматизму за досліджений період (до 2020 року – як року початку пандемії в Україні) змінювалося незначно, то ж співвідношення частоті цих окремих причин травматизму можна вважати практично незмінним. Це твердження є прийнятним і у разі аналізу причин загального виробничого травматизму. Статистичну значущість окремих причин виробничого травматизму можна рекомендувати у системі відстеження потенційних небезпек для пріоритетного виявлення на робочих місцях небезпек.

Результати виявлення потенційних небезпек на робочих місцях є основою для оцінювання професійних ризиків, процедуру якого у даній роботі також представлено у вигляді блок-схеми. Ця процедура не є усталеною, адже можуть з'являтися нові небезпеки через певні зміни у технологічному процесі із задіянням іншого типу машин (обладнання), а запропоновані заходи безпеки можуть виявитися недостатньо ефективними. Також здебільшого існує взаємозв'язок між різними небезпеками, наявними на робочому місці. Отриману інформацію використовують для обґрунтування пріоритетності впровадження розроблених працезохоронних заходів на підприємстві.

Визначення потенційних небезпек і оцінення ризиків на робочих місцях має бути оформлено у вигляді документації системи управління професійними ризиками, в якій потрібно представити основні елементи системи в їх взаємодії та протоколи (згідно з OHSAS 18001), що дозволяють забезпечити дієве планування та реалізацію алгоритмів визначення небезпек і оцінення ризиків на підприємстві.

Потенційні ризики в аграрних підприємствах згруповано згідно з їх категоріями (високий, середній, низький) та проаналізовано на прикладі розробленої у роботі блок-схеми. Кількість категорій не є усталеною, її можна збільшити для діяльності системи управління професійними ризиками для підприємств, як це запропоновано у різних літературних джерелах з методології оцінення професійних ризиків.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Ворожбіян М.І.¹, д.т.н., професор,

Брусенцов В.Г.², д.т.н., професор,

Іващенко М.Ю.¹, к.т.н.,

Скрипник О.С.¹, к.т.н.

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,

²Український державний університет залізничного транспорту

Залізничний транспорт належить до галузей народного господарства, де завдання підвищення безпеки праці є однією з пріоритетних. Аналіз подій, пов'язаних як із виробничим травматизмом, так і з порушеннями безпеки руху, показує, що основною їх причиною є помилкові дії людини. У системі «людина-технічна система-виробниче середовище» людина є «слабшою ланкою», визначаючи надійність та безпеку функціонування системи загалом.

Вітчизняна та зарубіжна статистика показує, що головною причиною аварій на транспорті є «людський фактор», на частку якого припадає 40–90 % усіх випадків.

Одним з параметрів, який характеризує вплив людини, як фактора на безпеку виробництва є коефіцієнт значимості людського фактору у технологічних катастрофах, так для автомобільного транспорту він складає 0,8, а для залізничного транспорту в інтервалі від 0,5 до 0,75 [1].

Залізничний транспорт є величезною ергатичною системою, функціонування якої визначається узгодженою роботою тисяч працівників різних спеціальностей, в тому числі диспетчерів, машиністів локомотивів.

Зменшення впливу людського фактора на залізничному транспорті дозволить знизити ризики економічної шкоди, суттєво вплинувши як на частоту травмування працівників, так і на безпеку перевізного процесу загалом.

Тому важливим завданням в оцінці ролі людського фактора є пошук та глибокий аналіз причин їх хибних дій для ефективного управління людськими ресурсами.

Перехід залізниці на швидкісний рух поїздів сприятиме прискоренню доставки пасажирів й вантажів, а також збільшенню пропускної спроможності залізниць, але в одночасно ускладнює роботу всіх операторів залізниці.

Чим складніший, потужніший і рухливіший технічний пристрій, чим менша стійкість режимів його роботи і гірша керованість, тим більші робочі навантаження оператора, рівень його нервово-психічного та емоційного напруження.

Дослідження показують, що робота машиніста в умовах швидкісного руху передбачає високий рівень напруги нервових аналізаторів, а також функцій пам'яті та уваги, що призводить до їх швидкого стомлення. Рівень втоми, отриманий за результатами робочої зміни є неприпустимим для більшості працівників, ефективним засобом боротьби з накопиченою втомою може бути моніторинг рівня функціональної надійності працівника.

Проблеми забезпечення нормальної життєдіяльності працівників небезпечних професій у сучасних соціально-виробничих умовах зумовлені насамперед інтенсивним впливом негативних соціальних, професійних та інших факторів, що спричиняють розвиток несприятливих психічних станів та перенапруження психофізіологічних функцій.

Необхідно враховувати вплив на працівників політичних та економічних процесів, які відбуваються останнім часом в нашій країні, в тому числі локдауну з епідемії коронавірусу, а останній рік повномасштабна війна. Все це породжує стресові ситуації, як взагалі в суспільстві, так й для кожної людини. Безумовно, крім вищевказаних стресів, важливе місце в діяльності людини-оператора займає професійний стрес, який постійно присутній. Відомо, що серйозні стресові навантаження, які діють відносно тривалий час, призводять до трифазної стереотипної реакції. Фаза тривоги змінюється фазою опору, що, в свою чергу, якщо дія стресора занадто велика і тривала, переходить у фазу виснаження. Організм вичерпав усі свої психічні, фізіологічні та фізичні ресурси. Якщо дія стресора продовжується відбувається виснаження, з'являються реакції тривожності, хронічні захворювання та розлади, процес стає безповоротним.

Системний вплив стресу має як оперативний, так і віддалений характер. Оперативний проявляється в погіршенні професійно важливих психофізіологічних функцій, що може різко знизити працездатність робітника. Віддалений – у зниженні рівня здоров'я і прискоренні біологічного старіння, що приводить до скорочення професійного довголіття. Рівень здоров'я значною мірою визначає рівень функціональної надійності, а отже і професійної надійності людини-оператора, її «запас міцності», що дозволяє зберігати оптимальний функціональний стан, зокрема й за ускладнених умов.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що знижує рівень функціональної надійності «людини-оператора». До таких станів, відносяться, перш за все – втомлення, стреси та граничні стани (між здоров'ям і хворобою). Такі показники можуть бути індикатором високої небезпеки такого актуального для транспортної галузі явища як раптова ішемічна смерть [2].

Метою психофізіологічного моніторингу є прогнозування та рання діагностика зміни функціонального стану «зміна в здоров'ї та працездатності», а отже стану професійної надійності. Професійна надійність, як системна якість включає ряд підсистем, з яких найбільш важливою можна вважати функціональну надійність, зниження якої є причиною до 90 % помилкових дій оператора.

У свою чергу, найважливішою складовою функціональної надійності є функціональний стан. Це підтверджується тим, що його порушення спричиняє до 50 % випадків порушень працездатності операторів.

Розрізняють повільну та оперативну складові працездатності, при цьому повільна (трендова) не змінюється протягом досить тривалого часу (місяць, роки), а оперативна (функціональний стан) змінюється у вигляді «піків», «спадів» або відносно рівного «плато» протягом годин, днів. Таким чином, інтегральна оцінка рівня працездатності є комбінацією трендової та поточної складових.

Звідси випливає – для підтримки належного рівня безпеки транспортного процесу необхідно впроваджувати контроль рівня працездатності залізничних операторів, у тому числі її трендової частини, враховуючи наявність постійних стресів сьогодення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Живаев А. С. Физиологические аспекты обеспечения безопасности движения в высокоскоростном движении. Актуальные проблемы транспортной медицины. 2008. № 1 (11). С. 76–81.
2. Lledó A. G., Rodríguez E. V., Valc M. O. Heart Disease and Vehicle Driving: Novelties in European and Spanish Law. Revista Española de Cardiología. Vol. 71. Núm. 11. (Noviembre 2018). P. 892–894.

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ПРИ АВАРІЇ В РЕЗЕРВУАРНОМУ ПАРКУ

*Говаленков С.В., к.т.н., доцент,
Карпенко В.С.*

Національний університет цивільного захисту України

Актуальність проблем безпеки при аваріях в резервуарних парках (РП) визначається рядом причин, серед яких виділяються три основні [1]:

1. Порушення екологічної рівноваги природного середовища внаслідок надмірного антропогенного навантаження на біосферу.
2. Зростання числа техногенних аварій і катастроф при взаємодії людини зі складними технічними системами.
3. Соціально-політична напруженість у суспільстві.

Питання безпеки пра аваріях на об'єктах критичної інфраструктури стало ще більш актуальним в результаті агресії росії проти України та нанесенню бомбових та ракетних ударів по території України, в результаті чого виникли тисячі пожеж і вибухів. Тому актуальним є дослідження засобів та заходів щодо створення та підтримки безпечних умов діяльності людини при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (пожеж) в резервуарних парках. Для рішення цієї задачі необхідно провести дослідження основних параметрів пожежі резервуарів, можливість застосування водяних струменів для захисту резервуарів від термічного впливу факелу полум'я та провести комп'ютерне моделювання розміщення сил і засобів при гасінні пожежі, з визначенням безпечних відстаней для особового складу.

У ряді робіт досліджена залежність теплового потоку від форми факелу, вітру, температури, відстані до нього, наприклад [2]. Однак, при цьому, не розглядалися наслідки, що можуть бути викликані цим потоком, в першу чергу індивідуальний ризик для особового складу, що розглянуто в [3].

Для скорочення загального часу гасіння пожежі, зменшення кількості особового складу, ми досліджували вплив радіальних водяних струменів на процес зниження температури у зоні теплового впливу під час пожежі. Для цього було розглянуто можливість створення певного теплового екрану, який забезпечить ефективний тепловий захист металевих стінок резервуару в зоні теплового впливу факелу полум'я замість охолодження стінок резервуару компактними водяними струменями.

Задача оцінки пожежонебезпечності резервуару, в якому зберігається легкозаймиста рідина, має містити у собі питання нестационарної передачі тепла конвекцією до резервуара та від нього, розподілення температур у «тілі» резервуару, а також підігріву середовища, яке знаходиться всередині. Цей підігрів важливий і сам по собі, але він ще й сильно впливає на величину тепловіддачі від резервуара до внутрішнього середовища.

Розподіл температур у тілі резервуара може бути описано рівнянням

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right), \quad (1)$$

де T – температура, t – час, r – радіус, a – коефіцієнт теплопроводності.

Граничними умовами задачі є

$$\lambda_{\text{ст}} \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=R_3} = \alpha_3 [T_{\text{н}} - T(R_3)]; \quad (2)$$

$$\lambda_{\text{ст}} \frac{\partial T}{\partial r} = \alpha_{\text{вн}} [T(R_{\text{вн}}) - T_{\text{ср}}], \quad (3)$$

де $\lambda_{\text{ст}}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу виготовлення резервуара (сталь); α_3 , $\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнти тепловіддачі конвекцією від навколишнього повітря до зовнішньої поверхні резервуара та від внутрішньої поверхні до середовища всередині резервуара; $T_{\text{н}}$ – температура навколишнього середовища, яка містить ефект інфрачервоного випромінювання; $T_{\text{ср}}$ – температура середовища всередині резервуара, яка є функцією процесу в цілому; R_3 , $R_{\text{вн}}$ – зовнішній і внутрішній радіуси резервуара.

Звичайно, з метою доведення необхідності створення гідравлічного захисту від впливу теплового потоку резервуарів, які містять нафту або нафтопродукт, необхідно дослідити процес підвищення та розподілення температур у тілі резервуара, а також його негативний вплив на середовище, що міститься всередині.

Така задача є нестационарною. Знаючи початковий розподіл температур у тілі резервуара та середовища всередині, а також температуру $T_{\text{н}}$ у початковий момент часу, за відомими емпіричними зв'язками знаходимо коефіцієнти тепловіддачі α_3 та $\alpha_{\text{вн}}$. Визначивши тепловий потік у бік середовища всередині резервуара, визначаємо його підігрів на порівняно малому проміжку часу та розподілення температур у тілі резервуара. На кожному часовому проміжку уточнюється визначення перерахованих функцій. З отриманих результатів видно, що водяна завеса на рівні покрівлі резервуару буде перекривати вертикальну проекцію теплового випромінювання.

Таким чином, досліджено застосування радіального водяного струменя для захисту резервуарів від термічного впливу факелу полум'я. Водяною завесою можна створити вертикальний водяний екран між палаючим та сусіднім резервуарами, що підвищує безпеку особового складу аварійно-рятувальних підрозділів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зацарний В. В., Зацарна О. В., Землянська О. В., Праховнік Н. А. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Київ, НТУУ «КПІ», 2016. 230 с.
2. Говаленков С. В., Семків О. М., Карпець К. М., Безугла Ю. С. Ідентифікація параметрів моделі ізолюючої поверхні полум'я при горінні нафтопродуктів в резервуарі. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України, 2019. № 2(30). С. 27–41.
3. Говаленков С. В., Карпенко В. С. Оцінка ймовірності індивідуального ризику при надзвичайних ситуаціях в резервуарних парках. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми техногенно-екологічної безпеки в сфері цивільного захисту». Харків: НУЦЗУ, 2022. С. 226–229.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

*Головахіна А.О.,
Роменська Ю.В.,
Горносталь С.А., к.т.н., доцент
Національний університет цивільного захисту України*

Одним з забруднювачів природного середовища на теперішній час залишається сільське господарство. В результаті господарчої діяльності погіршується стан повітря, води, ґрунту. Негативний вплив на здоров'я також відчувають працівники, діяльність яких пов'язана з аграрною промисловістю. Щоб знизити ризики для людей та довкілля, необхідно діяти комплексно. Для цього в державі прийнято різні нормативні акти та закони, які регулюють діяльність людини по використанню природних ресурсів та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Але тільки дотримання законів та норм не забезпечить покращення ситуації. Необхідно шукати та застосовувати альтернативні технології обробки землі, які направлені на зменшення негативних наслідків та пристосування до нових режимів роботи, обумовлених змінами клімату.

Однією з болючих проблем сьогодення залишається деградація ґрунтів – природний та антропогенний процес погіршення властивостей та режимів ґрунту. Ця проблема для України стоїть досить гостро, бо близько 70 % площі країни складають саме сільськогосподарські угіддя, з них 54 % - рілля. Процес деградації пов'язаний з декількома факторами, серед яких варто відзначити інтенсифікацію використання землі внаслідок збільшення населення [1].

Для зменшення ризику деградації ґрунтів необхідно вживати відповідні заходи, серед яких важливе місце займають альтернативні технології землеробства, а саме: ґрунтозахисне та ресурсозберігаюче, органічне та «точне» землеробство. Необхідність пошуку та застосування нових технологій обумовлена негативним впливом традиційних принципів обробки землі та постійними змінами клімату [2]. В табл. 1 наведено загальні принципи, які покладено в основу землеробства.

Таблиця 1. Порівняння традиційних та альтернативних принципів обробки ґрунту

Принципи землеробства	Традиційні	Альтернативні
Оранка ґрунту	обов'язкова	можна відмовитись, або замінити
Рослинні залишки	зкладають в ґрунт або спалюють	залишають на поверхні в якості мульчі
Добрива	виключно хімічні	перевага біологічним процесам, що забезпечують родючість
Покрив ґрунту	тижні та місяці залишається без покриву	ґрунт постійно закритий мульчою
Шкідники	виключно хімічні	біологічні засоби
Ерозія ґрунту	процес, який не можливо зупинити	підбір засобів обробки, що попереджають ерозію

Аналіз даних таблиці показує, що альтернативні принципи обробки ґрунту побудовано на простих природних процесах. Вони не потребують великих капіталовкладень, але вимагають принципової зміни підходів до господарювання. Варто відзначити, що альтернативне землеробство не є уніфікованою технологією, яку можна прийняти за стандарт. Якщо мова йде про захист ґрунту, варто розглядати цей процес, як комплекс взаємопов'язаних принципів та локальних практик. Їх треба обирати з урахуванням особливостей місцевих умов, а саме будови ґрунту, клімату, тощо.

Серед технологій альтернативного землеробства найбільше поширення знайшли три підходи. Перший побудовано на принципах ґрунтозахисного та ресурсозберігаючого землеробства. Він представляє собою систему сільського господарства, яка спрямована на інтенсифікацію виробництва продукції шляхом розвитку природної ресурсної бази. Для цього передбачено скорочення обробітку ґрунту, використання рослинних решток для покриття поверхні ґрунту, диверсифікована сівозміна, застосування біологічних засобів.

Другий підхід передбачає замкнений цикл обміну поживних речовин – органічне землеробство. Метою цього підходу є збереження та підвищення родючості ґрунту за рахунок ретельного відбору рослин з урахуванням їх кореневої системи, вирощування сидератів, використання органічних матеріалів, як добрив та для боротьби зі шкідниками.

Третій підхід – «точне землеробство» - побудовано на уявленні про неоднорідність умов для вирощування рослин в межах навіть однієї ділянки. Виявити та оцінити ці неоднорідності допомагають високотехнологічні системи, наприклад, технологія оцінки врожайності (Yield Monitor Technologies), технологія глобального позиціонування (GPS), тощо. Отримані в результаті моніторингу дані, слугують для планування, розрахунку, прогнозування сільськогосподарської діяльності.

Серед зазначених підходів немає універсального. Обирати необхідно з урахуванням локальних особливостей ґрунту, кліматичних умов, тощо. Нормативні та законодавчі документи також потребують поступових змін та адаптації до нових умов. Але використання цих технологій є необхідністю, без якої неможливо зупинити швидку деградацію земель.

Серед пріоритетів екологічної політики України є запобігання деградації ґрунтів та забрудненню водних ресурсів, збереження родючості ґрунтів. Наведені технології альтернативного землеробства цілком відповідають цим пріоритетам. Їх запровадження сприяє підвищенню ефективності сільського господарства, при цьому допомагає зберегти та навіть покращити властивості ґрунту. Додатковим позитивним фактором є зменшення залежності врожаю від погодних умов, ефективне використання водних ресурсів та зменшення викидів CO₂ внаслідок кращого його поглинання ґрунтом, відмови від спалювання рослинних залишків, зменшення викидів від транспорту, що задіяно при обробці землі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Overview of soil conditions of arable land in Ukraine – Study case for steppe and forest-steppe zones. Food and agriculture organization of the united nations. Budapest, 2020. 64 p. URL: <https://doi.org/10.4060/ca7761en>

2. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Німецько-український агрополітичний діалог. 2019. 36 с.

АНАЛІЗ ТА НОРМУВАННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

Демент М.О., к.пед.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Для поліпшення умов праці на робочих місцях з підвищеним тепловиділенням застосовують різні засоби захисту від теплового випромінювання. Засоби захисту від інфрачервоних випромінювань за своїм призначенням поділяють на пристрої:

- огорожувальні;
- герметизуючі;
- теплоізолюючі;
- для вентиляції повітря;
- для автоматичного контролю та сигналізації.

Усі методи захисту людини від зовнішнього температурного впливу та теплового випромінювання поділяються на загальні, що забезпечують захист від одного з факторів.

До основних засобів захисту відносяться - усунення джерела високотемпературного випромінювання; охолодження гарячих поверхонь; теплоізоляція поверхонь високотемпературних джерел; екранування; кріплення вентиляції та повітрообміну; засоби індивідуального захисту; організація раціонального режиму праці та відпочинку.

Встановлено, що працюючі у гарячих цехах більшою мірою ніж у холодних схильні до професійних захворювань. Робочі гарячих цехів в 1,5 рази більше схильні до неврозу, вегетативних розладів у 2 рази, захворювань органів дихання, травлення, кровообігу у робочих гарячих цехів зустрічається в 2–3 рази частіше, ніж у середньому по підприємствах цієї галузі.

При розгляді процесів теплового опромінення слід брати до уваги, що температурний стан нашого тіла не завжди збігається із суб'єктивним тепловим відчуттям. Температурні рецептори не відчують відмінності в довжині хвилі теплового випромінювання, що приймається.

Температура нагріву більшості виробничих джерел теплового випромінювання підприємств від 80 °С до 1600 °С, максимум випромінювання у них припадає на довжину хвилі від 0,76 до 3–9 мкм. Часто на тому самому місці, знаходяться об'єкти з нижчою температурою нагріву (50–00 °С), такі як огорожі, трубопроводи та інші. Вони випромінюють потік більш довгохвильового теплового випромінювання.

Для оцінки впливу теплового випромінювання, як зазначалося раніше, також важливе значення мають спектральний склад та інтенсивність опромінення. Інтенсивність теплового опромінення коливається на робочих місцях від 60 Вт/м² до 1000 Вт/м². Кожна частина поверхні тіла людини здійснює променистий теплообмін лише з певними поверхневими частинами навколишніх предметів, розташованих у середині тілесного кута, тобто у півсфері.

Величина опроміненості елементарного майданчика тіла залежить від її орієнтації у просторі щодо джерела теплового випромінювання. Ця величина має векторний характер і багатозначна у кожній точці простору.

Терморадіаційна напруженість характеризується трьома основними показниками:

- просторовою нерівномірністю;
- напівсферичною та векторною характеристикою теплообміну поверхні тіла

людини;

- спектральним складом випромінювання.

Тому поле променистої енергії найкраще характеризувати величиною енергетичної освітленості чи опроміненості, тобто потоком теплового випромінювання, що падає на одиницю площі і дорівнює променистому теплообміну абсолютно чорної поверхні при температурі абсолютного нуля. У цьому терморадіаційна напруженість характеризується абсолютними значеннями (безвідносно до людини). Залежно від температури та випромінювальної здатності теплообмін випромінюванням різний для різних частин тіла.

Внаслідок сказаного вище, гігієнічне нормування радіаційної напруженості доцільно проводити за допустимими параметрами енергетичної освітленості (опроміненості), у зв'язку з тим, що нормована величина не повинна залежати від фізіологічних характеристик поверхні людини та її одягу.

Якщо для оцінки результатів досліджень інтенсивності опромінення прийняти норми інтегрального опромінення 140 Вт/м^2 то можна зробити такі висновки:

- енергія опромінення на робочих місцях досягає $1400\text{--}1000 \text{ Вт/м}^2$ і має різний спектральний склад;

- майже по всіх спектральних діапазонах інтенсивність опромінення перевищує нормоване значення на значній відстані джерела випромінювання, що негативно впливає на організм людини;

- враховуючи, що кожне джерело має з урахуванням кожної операції технологічного процесу різну інтенсивність випромінювання, необхідно визначити інтегральну інтенсивність теплового випромінювання від одного або групи джерел у напрямку об'єкта, що захищається;

- для оцінки умов праці та для ефективного захисту працюючих за інтегральною опроміненістю, з урахуванням неявних вторинних джерел тепла необхідно побудувати векторний розподіл теплових полів у робочому просторі цеху та на робочому місці.

Для забезпечення якісної оцінки тепловипромінювань на робочих місцях гарячих цехів необхідно провести розробку та створення приладів принципово нового типу, що дозволяють визначати теплове випромінювання досліджуваного об'єкта з урахуванням основних та вторинних джерел випромінювання.

Однією з причин неефективного використання засобів захисту від теплового випромінювання у гарячих цехах є відсутність об'єктивної оцінки терморадіаційної напруженості на робочих місцях, що не дозволяє здійснювати забезпечення, вибір та розробку ефективних засобів захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беліков А. С., Кожушко А. П., Сафонов В. В. Охорона праці на підприємствах будівельної промисловості / Під ред. д.т.н., професора О.С. Белікова. Дніпропетровськ: Федоренко А.А. 2010. 528с.

2. Беліков А. С., Рагімов С. Ю., Шаломов В. А., Стаценко Ю. Ф. Нормування теплового випромінювання на робочих місцях. Будівництво, матеріалознавство, машинобудування. Дніпропетровськ, 2009. Вип. 49. С.183–187.

**МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ АСПЕКТ ВИКЛАДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ
ДИСЦИПЛІНИ «ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ
ТА ТЕХНОГЕННОЮ БЕЗПЕКОЮ»**

*Древаль Ю.Д., д.н.держ.упр., професор
Національний університет цивільного захисту України*

Останнім часом у середовищі науковців та науково-педагогічних працівників все частіше дискутується питання щодо значущості міждисциплінарності в освітньому процесі. Першочергово це пов'язано з властивим сьогоденню ускладненням різнобічних сторін суспільного життя, що окрім іншого суттєвим чином впливає і на вимоги щодо якості освітнього процесу.

Завданням доповіді визначено обґрунтування сутності і змісту використання міждисциплінарного підходу у навчальному процесі (на прикладі навчальної дисципліни «Державне управління охороною праці та техногенною безпекою»; далі в тексті – ДУОП).

Базові причини чи спонукальні чинники запровадження такого підходу можна звести до трьох основних: (1) невідпинний розвиток наукових досліджень, які відкривають нові горизонти для творчого пошуку у різнобічних сферах суспільних відносин та разом з цим поглиблюють нашу уяву щодо предметної компоненти освітнього процесу; (2) специфіку наукових відкриттів та досягнень, які досить часто здійснюються на стикові різних наукових галузей та зумовлюють необхідність, з одночасним використанням здобутків різних наукових галузей, застосування міждисциплінарного підходу; (3) власне динамічність предметної складової деяких навчальних дисциплін, розвиток чи вдосконалення яких безпосередньо залежить від наукових досягнень (очевидно, що все це стосується і навчальної дисципліни ДУОП; аргументацію щодо цього нами надано нижче).

Розкриття проблематики доповіді найперше вимагає аналізу категорії «міждисциплінарність», стосовно якої у науковій та методичній літературі висловлюються різні точки зору. У дещо спрощеному вигляді зазначена категорія може тлумачитися принаймні відповідно до двох підходів: суто освітянського (спрощене розуміння) та науково-методологічного (більш глибоке чи системне розуміння).

У спрощеному розумінні – це застосування в освітньому процесі здобутків чи положень інших навчальних дисциплін (що дозволяє більш глибоко розкрити сутність питання, що розглядається чи засвоюється). У більш глибокому розумінні – це важливий засіб повноцінного засвоєння навчальної дисципліни, згідно з яким пізнання досягається лише завдяки застосуванню здобутків та досягнень відповідних наукових галузей (якраз у даному контексті, з розумінням нагальної необхідності продовження фахових досліджень з окресленої проблематики).

З урахуванням зазначеного дещо відмінним має бути і зміст категорій «міжпредметні зв'язки» та «міждисциплінарні зв'язки», які корелюються відповідно до наведених вище підходів. Міжпредметні зв'язки загалом обмежуються суто освітнім процесом, маючи за мету основну вимогу щодо обґрунтування єдності та внутрішнього зв'язку всіх споріднених навчальних дисциплін (у даному разі – у річищі освітньо-професійної програми «Охорона праці»). Міждисциплінарні зв'язки першочергово базуються на використанні в навчальному процесі досягнень багатьох наукових галузей, що окрім іншого й складає змістовну основу міжпредметних зв'язків.

Нагальні проблеми застосування такого підходу також доцільно звести до трьох основних. Це, *по-перше*, загальні проблеми міждисциплінарних наукових досліджень (передусім, диференціація наукового знання, а також часткова замкненість наукових дисциплін і теорій, що сукупно стримує процес їхнього застосування у початковому процесі); *по-друге*, проблематика синхронізації використання такого підходу в споріднених навчальних дисциплінах (зокрема, використання у початковому процесі того, що може називатися «вчорашнім днем» науки, або взагалі ігнорування наукових досягнень); *по-третє*, особливості окремих навчальних дисциплін (у тому числі, і ДУОП, які, з одного боку, значною мірою залежать від наукового пошуку, а з іншого – навіть завдяки власній структурі є доволі складними, що потребує належної фахової підготовки та необхідності постійного самовдосконалення науково-педагогічних працівників; далі НПП) і, *по-четверте*, це рівень комунікації між НПП та здобувачами вищої освіти, який має сприяти постійному вдосконаленню та творчому пошуку усіх учасників освітнього процесу.

Структурно-функціональні особливості застосування міждисциплінарного підходу у навчальній дисципліні ДУОП у лаконічному вигляді відображено в наступному переліку:

Тема 1. Правові засади державної політики у сфері охорони праці (наукові галузі: юридичні науки; філософські науки; державне управління...);

Тема 2. Зарубіжний досвід упорядкування заходів з безпеки і гігієни праці (наукові галузі: юридичні науки; технічні науки...);

Тема 3. Органи ДУОП в Україні (наукові галузі: державне управління, юридичні науки...);

Тема 4. Державна соціальна політика у сфері охорони праці (наукові галузі: державне управління, економічні науки, соціологія, соціальні комунікації, медичні науки...)

Тема 5. Нормативно-правові засади державного управління промисловою безпекою (наукові галузі: юридичні науки, державне управління, технічні науки...) тощо.

Зміст наведеного вище структурно-функціонального ланцюжку свідчить не лише про значущість використання міждисциплінарного підходу у процесі викладання навчальної дисципліни ДУОП, але і про високий рівень вимог щодо вдосконалення наукового та професійного рівня НПП у процесі викладання даної навчальної дисципліни.

Водночас слід врахувати і ту обставину, що окремі аспекти зазначеної проблематики розкриваються у річищі багатьох наукових підгалузей (наприклад, в юридичних науках – це конституційне право, адміністративне право, трудове право та право соціального забезпечення; в державному управлінні чи публічному адмініструванні – це теорія та історія державного управління, механізми державного управління тощо)

Отже, сутність використання міждисциплінарного підходу у навчальному процесі, на наш погляд, полягає насамперед у використанні наукових досягнень у процесі викладання навчальних дисциплін.

Значущість використання такого підходу у процесі викладання навчальних дисциплін першочергово пояснюється наданням додаткових і важливих засобів вдосконалення навчального процесу. Його сутнісною характеристикою є спосіб використання наукових досягнень у процесі викладання навчальних дисциплін, завдяки чому повноцінне пізнання досягається лише за умови використання досягнень окремих наукових галузей. Застосування такого підходу має бути надзвичайно важливим для тих дисциплін, які *a priori* побудовано на стикові різних наукових галузей (що, безумовно, стосується і навчальної дисципліни ДУОП).

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА ДЛЯ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

*Епоян С.М.¹, д.т.н., професор,
Айрапетян Т.С.¹, к.т.н., доцент,
Гайдучок О.Г.¹, к.т.н.,
Благодарна Г.І.¹, к.т.н., доцент,
Костенко О.Г.²*

*¹Харківський національний університет міського господарства імені
О.М. Бекетова,*

²Харківський державний професійно-педагогічний коледж імені В.І. Вернадського

Сьогодні, війна в Україні несе не тільки матеріальні та людські втрати, але й ще великі екологічні збитки. Повномасштабне російське вторгнення в Україну призвело до серйозних екологічних наслідків для північних, південних та східних областей країни. Так, лише за сім місяців вторгнення екології України було завдано збитків на майже 36 мільярдів євро. Зокрема, це забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водойм, підтоплення територій, виведення з ладу значних масивів ріллі, знищення і пошкодження об'єктів природно-заповідного фонду, виникнення лісових пожеж. Поверхневі джерела забезпечують населення України на 75 % водою, яка може бути використана для господарсько-питного водопостачання [1]. Очистка вод з поверхневих джерел відбувається за різними технологічними схемами очищення, але найбільш поширені реагентні двоступінчасті схеми з горизонтальними відстійниками на першій ступені та швидкими фільтрами на другому ступені при продуктивності станції 30000 м³/доб і більше. До недоліків горизонтальних відстійників можна віднести нерівномірність розподілення води по перетину відстійника, поздовжню циркуляцію, недостатньо ефективну систему відводу освітленої води, незадовільну роботу при низьких температурах [2].

Підвищення ефективності роботи горизонтальних водопровідних відстійників може бути виконано конструктивними методами і рішеннями. В останній час для підвищення ефективності роботи горизонтальних водопровідних відстійників використовують тонкошарові відстійники, які розташовують у зоні осадження.

Для інтенсифікації роботи горизонтальних відстійників краще розташувати у зоні осадження тонкошарові відстійники неперервної дії з протivotочним рухом води. Таке розташування дає можливість на початку споруди затримувати грубодисперсну завесь, що зменшує навантаження на горизонтальний відстійник та підвищує швидкість руху води в тонкошарових відстійниках.

Дослідження водопровідного комбінованого горизонтального відстійника відбувається на моделі з коефіцієнтом масштабу геометричної подібності $L_{\lambda}=12$. Експериментальна лабораторна установка складається з блоку приготування вихідної води, як замутнювач водопровідної води використовується мул річки Сіверський Донець, а як коагулянт – розчин сірчаноокислого алюмінію [3]. Змішування вихідної води з коагулянтном відбувається за допомогою насосу. Вихідна вода, яка змішана з розчином коагулянту, подається в бак постійного рівня води звідки на модель комбінованого горизонтального відстійника, яка складається з камери утворення пластівців осаду вихрового типу з вертикальними стінками; струменеспрямовуючої стінки, яка розподіляє потік речовини по трубчастих елементах блоку тонкошарового відстійника; струменеспрямовуючої комбінованої дірчастої перегородки, нижня

частина якої глуха, а отвори мають козирьки, які розподіляють частково освітлену воду по перетину горизонтального відстійника.

Наступні дослідження виконувалися з метою визначення ефекту освітлення (E) в тонкошаровому відстійнику по формулі:

$$E = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}}{C_{\text{вх}}}, \quad (1)$$

де $C_{\text{вх}}$ – концентрація завислих речовин в початковій воді, мг/дм³; $C_{\text{вих}}$ – концентрація завислих речовин в очищеній воді, мг/дм³.

Результати дослідження залежності ефекту освітлення від швидкості руху води в елементах тонкошарового відстійника показали, що швидкість значно впливає на ефект освітлення: чим менша швидкість, тим краща якість очищення. Крім того, ефект освітлення залишається практично постійним після швидкості 3,5-4 мм/с, що відповідає швидкості руху води в натурному елементі тонкошарового відстійнику 12-14 мм/с.

Дослідження горизонтального відстійника запропонованої конструкції проведені з метою визначення ефекту освітлення води по довжині відстійника. Експерименти проведені при температурі води 8 °С, каламутності води, яка потрапляла в горизонтальний відстійник 25, 50, 70 мг/дм³, швидкості руху рідини – 2,58 мм/с. Результати досліджень показали, що ефект освітлення води в горизонтальному відстійнику зменшується відповідно до зменшення каламутності води, яка надходить у відстійник, але при цьому зменшується і каламутність води на виході з відстійника.

Таким чином, для підвищення ефективності роботи горизонтальних відстійників нами запропонована конструкція комбінованого горизонтального відстійника, в якій на початку зони осадження влаштовується модуль тонкошарових відстійників неперервної дії з протivotочним рухом води. Експериментальні дослідження дали можливість розрахувати кількість тонкошарових блоків (модулів) для улаштування в горизонтальному відстійнику для досягнення запланованого ефекту освітлення. Доведена економічна доцільність улаштування тонкошарових відстійників для затримання грубодисперсної зависі на початку горизонтального відстійника. Наші подальші експериментальні дослідження будуть спрямовані на дослідження відстійника з потрібною кількістю блоків (модулів) тонкошарового відстійника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вишневський В. І., Сташук В. А., Сакевич А. М. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра: наукові видання. К.: Інтерпрес ЛТД, 2011. 188 с.
2. Хоружий П. Д., Хомутецька Т. П., Хоружий П. Д. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. К.: Аграрна наука, 2008. 534 с.
3. Epyan S., Airapetian T., Haiduchok O., Sukhorukov G., Kravchuk O. Methods of combined horizontal settler research. Proceedings of the International Conference on Smart Technologies in Urban Engineering STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems. 2023. Vol. 536. P. 360–367. DOI: 10.1007/978-3-031-20141-7_33

ЗАГРОЗИ ДЛЯ ПОЖЕЖНИХ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПРИРОДНИХ ПОЖЕЖ НА ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Зошук Д.Д.,

Сабада І.С.,

Рашкевич Н.В., PhD

Національний університет цивільного захисту України

Пожежі, що виникають на забруднених територіях, створюють додаткові, нестандартні ризики та можуть негативно впливати на здоров'я пожежних.

Виділяють три основні види забруднених територій, де можливі природні пожежі:

– території, що забруднені радіонуклідами, внаслідок ядерних та радіаційних аварій;

– території, що забруднені різними хімічними речовинами, поблизу об'єктів хімічної промисловості через регулярні викиди/скиди або аварії, або супутні збитки, завдані внаслідок військових дій;

– території, що забруднені боєприпасами і мінами, що не розірвалися, від минулих або поточних збройних конфліктів, а також використані раніше як військові полігони або для проведення навчань.

Для всіх типів забруднення раннє виявлення, моніторинг і контроль пожеж вимагають вдосконалених методів, які скорочують час перебування та кількість людей.

Особливу небезпеку становлять території, що забруднені радіонуклідами. Ядерні аварії з масштабним забрудненням навколишнього середовища призвели до підвищення пожежної небезпеки та ускладнили дотримання безпеки під час гасіння пожеж.

Чорнобильська катастрофа – найнебезпечніший випадок з погляду пожежогасіння внаслідок великих площ, високого рівня та забруднення альфа-випромінюючими довгоживучими радіонуклідами. Значного забруднення зазнали екосистеми в зоні АЕС, зокрема лісові насадження. За період з 1993 по 2017 роки у ЧЗВ виникало 1563 пожежі на сумарною площею 20,6 тис. га.

Основною причиною пожеж на цих територіях є антропогенний фактор. Виявлення пожеж у «зонах Чорнобильського сліду» здійснюється, як правило, дистанційними методами з використанням авіаційних засобів, однак гасіння пожеж найчастіше здійснюється за допомогою наземної спеціальної техніки та безпосередньою участю працівників пожежно-рятувальних підрозділів [1].

Основні загрози, з якими стикаються пожежні, є:

– ураження радіоактивним опроміненням, забруднення спеціального спорядження та техніки;

– збільшення допустимого рівня активності радіонуклідів в повітрі під час пожежі;

– міграція радіонуклідів в повітрі у вигляді диму, та розповсюдження на більш великі відстані.

Під час гасіння пожежі у радіаційно-режимних зонах I – II, у лісових масивах, що відносяться до зон II – III, особовому складу аварійно-рятувальних формувань необхідно використовувати комплект засобів індивідуального захисту третьої категорії, який рекомендується для індивідуального захисту рятувальників під час

ліквідації аварії безпосередньо на радіаційно-небезпечному об'єкті або поблизу нього на відстані менше ніж 50 м від джерела небезпеки.

Згідно стандарту СОУ МНС 75.2-00013528-005:2011 [2], комплекти засобів індивідуального захисту рятувальників складаються з:

- ізолювального ЗІЗОД (автономні регенерувальні дихальні апарати зі стисненим киснем або зі стисненим киснем і азотом та (або) апарати дихальні легкої конструкції з лінією стисненого повітря);
- захисного ізолювального костюму;
- захисного фільтрувального костюму;
- гумового та шкіряного спеціального взуття;
- гумових, шкіряних, брезентових та бавовняних рукавиць.

Під час гасіння пожежі у ближній зоні, за умови високої концентрації у повітрі альфа-випромінюючих радіонуклідів, необхідно використовувати ізолювальні захисний костюм та ЗІЗОД. На інших територіях достатньо використання фільтрувальних захисного костюма та ЗІЗОД.

Згідно з Нормами табельної належності підрозділів ДСНС України [3] пожежні автомобілі можуть укомплектовуватися костюмом захисним легким Л-1, костюмом ізолюючим «Рятувальник-2», «АКВА-Т» та «Універсал». При гасінні лісів в зоні відчуження в літній період потрібно використовувати дані засоби захисту, але потрібно додатково застосовувати охолоджувальні пристрої щоб не допустити перегрівання захисного костюму. Особливу увагу слід приділити захисту органів дихання, адже внутрішнє опромінення наносить більш серйозні наслідки для людини.

Контроль природних пожеж на забруднених територіях надзвичайно небезпечний. Окрім традиційних загроз, пов'язаних з виконанням завдань щодо гасіння лісових пожеж, за наявності радіоактивного забруднення додатково слід враховувати чинники небезпеки, пов'язані з радіацією, і застосовувати відповідні засоби захисту. Необхідно належним чином розставляти пріоритети щодо інвестицій, виділяти відповідні кошти, підвищувати рівень підготовки та потенціал для забезпечення безпечного та ефективного контролю природних пожеж та зниження ризиків для пожежних та цивільного населення. Пожежні, які працюють на територіях з радіоактивним або хімічним забрудненням, повинні бути належним чином навчені та оснащені. Система підтримки прийняття рішень при боротьбі з вогнем, а також система контролю якості повітря повинні дозволяти керівництву стежити за часом перебування пожежних на лінії вогню, виходячи із конкретних норм радіаційної та хімічної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сидоренко В.Л., Серeda Ю.П., Азаров С.І., Бутенко Т.Ю. Особливості гасіння лісових пожеж у чорнобильської зоні відчуження : Матеріали 20 Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Київ, 9-10 жовт. 2018 р. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2018. 398 с.
2. Комплекти засобів індивідуального захисту рятувальників : Класифікація й загальні вимоги. СОУ МНС 75.2-00013528-005:2011. К.: МНС України, 2011. 15 с.
3. Наказ ДСНС України № 358 від 29.05.2013 р. «Про затвердження Норм табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України». URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/64216__674975

**ВІДОМІ СУЧАСНІ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ,
ЩО ПРИДАТНІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ
ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*Коваленко С.А.¹,
Пономаренко Р.В.¹, д.т.н., професор,
Дармофал Е.А.², к.т.н., доцент*

¹Національний університет цивільного захисту України,

²Харківська державна академія фізичної культури

На сьогодні розроблено багато методик комплексної оцінки якості води, проте Український гідрометеорологічний центр і Державне агентство водних ресурсів України надає перевагу визначенню індексів забруднення води та коефіцієнта забрудненості природних вод. Визначення об'єднаної екологічної оцінки якості поверхневих вод для водного об'єкта полягає в обчисленні інтегрального або екологічного індексу. Його використання доцільно у випадку, коли зручніше користуватись однозначною оцінкою: для планування водоохоронної діяльності, опрацювання водоохоронних заходів, здійснення екологічного та еколого-економічного районування, екологічного картографування тощо. Індекс забруднення поверхневих водних об'єктів (гідрохімічний індекс забруднення води) – це показник рівня забруднення, що показує ступінь забруднення води і вказує на наявність у ній різних забруднюючих речовин. Сутність методики полягає у розрахунку індексу забруднення вод за гідрохімічними показниками та віднесення її до відповідного класу та категорії якості води за ступенем чистоти (забруднення). Індекс забруднення для поверхневих вод розраховується лише за певною кількістю показників та обчислюється за формулою [1]:

$$I_z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1)$$

де C_i – фактична концентрація i -го показника; $ГДК_i$ – гранична допустима концентрація i -го хімічного компонента; n – кількість компонентів.

Комбінаторний індекс забруднення води дозволяє отримати інтегральну оцінку екологічного стану поверхневих вод, ґрунтуючись на кратності перевищень ГДК окремих інгредієнтів. У роботі [2] авторами було використано комбінаторний індекс забрудненості води (S_j) для дослідження якості води Дніпровського водосховища. Він розраховувався згідно з формулою

$$S_j = \sum_{i=1}^{N_j} S_{ij} \cdot w_i, \quad (2)$$

де S_{ij} – узагальнений оціночний бал за кожною речовиною; N_j – кількість речовин, що враховуються в оцінці; w_i – вагові коефіцієнти, що враховують значимість i -тої речовини.

У [3] авторами було здійснено оцінювання якості річкових вод Полтавської області на основі комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) з урахуванням 10 показників: хлориди; сульфати; азот амонійний, нітритний і нітратний; фосфор фосфатів; розчинений кисень; БСК5; залізо загальне; нафтопродукти.

У світі також чимало проведено дослідження визначення ефективних методів оцінки якості води. За допомогою удосконаленого індексу удосконаленого індексу

забруднення води (IWPI) авторами було визначено просторово-часову динаміку якості води басейну річки Ердао Сунхуа, що протікає у Китаї [4]. Індекс забруднення води (WPI) та удосконалений індекс забруднення води (IWPI) можна розрахувати за формулами

$$WPI(i) = WPII(i) + \frac{C(i) - Cl(i)}{Ch(i) - Cl(i)} \cdot 20, \quad (3)$$

$$IWPI = \sum_{i=1}^n w_i \cdot WPI(i), \quad (4)$$

де $C(i)$ – фактична концентрація i -го показника; $Cl(i)$ та $Ch(i)$ – нижнє та верхнє граничні значення i -го показника відповідно; $WPII(i)$ – нижнє граничне значення WPI i -го показника, $i = 1, \dots, n$; w_i – вага i -го показника;

Для оцінювання якості води у річці Джаджруд (Іран) у дослідженні [5] авторами було використано індекс якості води (WQI)

$$WQI = \frac{\sum_{i=1}^n C_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (5)$$

де n – кількість параметрів якості води; C_i – значення i -го параметру після нормалізації; P_i – відносна вага, яка визначена кожним параметром.

Таким чином, у роботі надано деякі відомі сучасні методики комплексної оцінки якості води, що придатні для прогнозування екологічного стану поверхневих водних об'єктів України та світу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Безсонний В. Л., Пономаренко Р. В., Третяков О. В., Калда Г. С., Асоцький В.В. Моніторинг екологічної безпеки водотоків за кисневими показниками. Техногенно-екологічна безпека. 2021. № 10(2/2021). С. 75–83. DOI: 10.52363/2522-1892.2021.2.12
2. Безсонний В. Л., Пономаренко Р. В., Третяков О. В., Іванов Є. В., Бородич П. Ю., Луценко Т. О. Інтегральна оцінка екологічного стану Дніпровського водосховища. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2022. № 1 (35). С. 209–227. DOI: 10.52363/2524-0226-2022-35-16
3. Степова О. В., Гах Т. О. Екологічний стан поверхневих водойм Полтавської області. Екологічні науки. 2020. № 2 (29). Т. 2. С. 82–86. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.13
4. Wang B., Wang Y., Wang S. Improved water pollution index for determining spatiotemporal water quality dynamics: Case study in the Erdao Songhua River Basin, China. Ecological Indicators. 2021. 129. P. 1–12.
5. Sakine Shekoohiyan, Abbas Akbarzadeh. The abundance of microplastic pollution along the Jajroud river of Tehran: Estimating the water quality index and the ecological risk. Ecological Indicators. 2022. 145. P. 1–16.

ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛИ ТА ШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ЯК ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИДОБУТКУ ВАНАДІЮ ТА НІКЕЛЮ

Ковальов О.О., к.т.н., доцент,

Тарадуда Д.В., к.т.н., доцент,

Рагімов С.Ю., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Сполуки ванадію мають вкрай важливе значення для промисловості, понад 90 % [1] сполук ванадію, що виробляється в світі застосовується в якості леґуючої добавки в сталях, головним чином, високоміцних низьколегованих, меншою мірою нержавіючих і інструментальних, а також у виробництві високоміцних титанових сплавів, заснованих на системі Ti-6Al-4V. Враховуючи стратегічну важливість ванадію для США та мінімальне виробництво в країні, уряд США визначив ванадію як критичний мінерал з 2022 року [1].

Головною сировиною для видобутку сполук ванадію є ванадіймісні металургійні шлаки і ванадієві руди (роскоєліт, патроніт, ванадиніт, карнотит), при чому, для розвитку світової економіки необхідно забезпечити задоволення потреб в сполуках ванадію неможливе без розширення мінерально-сировинної бази їх отримання. Як сировинну базу для отримання сполук ванадію доцільно також розглядати золи та шлакові відходи (ЗШО) підприємств промислової енергетики. Незважаючи на те, що за останні 20 років намітилася стійка тенденція щодо скорочення частки вугілля та мазуту в енергетичних секторах розвинених країн світу, вугільне паливо залишається одним із найбільш затребуваних та значущих енергетичних ресурсів. Щорічне споживання вугільного палива у країнах ЄС становить близько 260 млн. тонн. У п'яти країнах ЄС частка вугільного палива перевищує 40 %, а для Німеччини та Польщі вона перевищує 50 % [2]. У США, за 2019 рік, частка електроенергії, виробленої на вугільному паливі, становила 36 %. Близько 90 % вугілля, що видобувається в США, використовується для виробництва електроенергії. За даними Національної асоціації видобувної галузі США, видобуток вугілля в період з 2016 по 2019 роки становила загалом 890 млн. тонн на рік [3]. Обсяг утворення золи у США за 2019 рік становив близько 52 мільйонів тонн, з яких 23 мільйони тонн було повторно використано, решта обсягів була складована у відвалах або похована на полігонах.

У Великій Британії, зважаючи на тривалий період використання вугільного палива в енергетичному секторі, наразі накопичено в овалах понад 320 мільйонів тон ЗШО. В даний час, за оцінками Департаменту навколишнього середовища, продовольства та сільського господарства Великобританії (DEFRA), із восьми мільйонів тон вугільної золи, що виробляється в країні щороку, половина використовується повторно, переважно у будівельній галузі. ЗШО, вміст мікроелементів (V, As, Ni, та ін.), в яких перевищує допустимі норми у Великій Британії використовують при заповненні гірничих виробок або розміщують на полігонах.

У відвалах ТЕС України накопичено 358,8 млн. т ЗШО на площі 3170 га. У 2021 році вихід шлаків досяг 14 млн. т, чому сприяло погіршенням якості вихідного палива. При цьому ЗШО вміст у яких важких металів перевищує допустимі значення не переробляються, накопичуючись у відвалах і будучи при цьому техногенними родовищами, що містять значні запаси стратегічно цінної металовмісної сировини [2].

Єдиний реалізований у світовій виробничій практиці проект промислового одержання оксиду ванадію на основі ЗШО був реалізований у ВАТ «Ванадій-Тулачермет», де для виробництва ферованадію протягом 1996–1998 рр. використовувалися ЗШО Конаківської ТЕС. Використання ЗШО як техногенної сировини було викликане кризовими явищами в економіці та збоями постачання вихідної сировини – ванадієвого шлаку від конвертування ванадієвого чавуну з Нижньотагільського металургійного комбінату. Для використання як техногенної сировини ЗШО Конаківської ТЕС було розроблено промислові технології гідрометалургійного переділу ЗШО та створено відповідне обладнання.

Результати досліджень шлаків ВАТ «Конаківська ГРЕС» показали, що за вмістом V_2O_5 вони можуть надійти на металургійну переробку, проте цьому заважає високий вміст сірки (12–24 % у різних картах) та їх обводненість [4]. Відповідно до [4], у шламах п'яти карт «Конаківська ГРЕС» вміст ванадію у перерахунку на V_2O_5 становить 7–16 %, при цьому коливання вмісту ванадію в окремих пробах відрізнялося більш ніж удвічі.

ЛІТЕРАТУРА

1. «Європа в числах - щорічний Eurostat 2020» статистичний збірник. Люксембург: статистическая служба Европейского союза, 2021.
2. Информационный бюллетень: Statistics: World Coal Production, Trade, and Demand – 2021. URL: https://nma.org/wp-content/uploads/2022/10/int_coal_prod_trade_demand_2021.pdf
3. Информационный бюллетень: Statistics: U.S. Coal Production Trends, 1980–2021. URL: https://nma.org/wp-content/uploads/2021/10/us_coal_production_trends_2021.pdf
4. Разработка и создание опытной установки по переработке шламов и вод шламовых карт Конаковской ГРЭС. Отчет о НИР. ОАО «Стройпроект». № ГР 01007221. М., 1995. 18 с.

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ПИТАНЬ ДЛЯ ПОТРЕБ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

Колошко Ю.В.,

Груздова В.О.

Національний університет цивільного захисту України

Актуальною на сьогодні в Україні є проблема з забезпеченням пожежної безпеки під час експлуатації різноманітних військових об'єктів, які мають високу потенційну небезпеку через значну концентрацію вибухо- та пожежонебезпечних виробів та речовин. Пожежі на арсеналах, базах, складах ракет і боєприпасів та інших об'єктах, що складають небезпеку для великої кількості людей, як військовослужбовців так і цивільних осіб, а також для навколишнього природного середовища [1]. Екологічні проблеми, що пов'язані з повсякденною діяльністю Збройних Сил України потребують спеціального вивчення, постійного контролю та наукового супроводження. Екологічна безпека є однією з складових національної безпеки України. Екологічна безпека, являє собою сукупність станів, дій і процесів, які забезпечують людині, суспільству, довкіллю та державі захист від реальних або потенційних загроз (аварії, природні або техногенні катастрофи, військова діяльність). Виробництво, випробування, утилізація різних видів боєприпасів і озброєння веде до значного забруднення повітря, землі, води, куди потрапляють різні токсичні, радіоактивні та інші небезпечні для життя людини речовини. Однією з складових загальної екологічної проблеми діяльності військ є екологічні наслідки пожеж на військових об'єктах та екологічна безпечність вогнегасних речовин, що застосовуються для протипожежного захисту у Збройних Силах України. Однак зараз дослідження питань в цьому напрямку практично в Збройних Силах України не проводяться. Пожежі несуть в собі окрім прямих, побічних та соціальних збитків екологічну загрозу довкіллю. Екологічні збитки від пожеж – це втрати, що пов'язані із забрудненням продуктами горіння та виробництва, а також засобами гасіння пожеж атмосфери, води, ґрунту, живих організмів та рослинності. Практично будь яка пожежа причиняє шкоду навколишньому середовищу. Масштабні пожежі у більшості випадків призводять до залпових викидів, що забруднюють довкілля, а деякі з них викликають безповоротні процесі руйнування.

Найважливішим завданням системи пожежної безпеки є забезпечення захисту в першу чергу людей від небезпечних чинників пожежі, якими супроводжується горіння, та рятування людей у разі пожежі.

Чинники, які створюють загрозу безпосередньо людині за своїми наслідками мають значний екологічний вплив на навколишнє середовище. У разі пожежі димові гази, які вміщують токсичні продукти горіння і термічного розкладу різних речовин і матеріалів попадають в атмосферу. Процес горіння будь-якої речовини супроводжується витратою кисню повітря, генерацією продуктів горіння, а також тепловим випромінюванням. Під час гасіння пожеж з використанням води в зоні горіння відбувається інтенсивне пароутворення. Одночасно пара і вода насичуються різними отруйними й токсичними речовинами і потім випадають на землю у вигляді опадів, стікають до річок, проникають до ґрунту, тривалий час зберігаються в біосфері, збільшуючи при цьому парниковий ефект.

Небезпечними потенційними джерелами виникнення пожеж є військові об'єкти: арсенали, бази, склади з ракетами та боєприпасами, пально-мастильними матеріалами, речовим майном та інші на яких сконцентровано великі запаси

вибухових, пожежонебезпечних, легкозаймистих та горючих речовин і матеріалів. З екологічної точки зору кожну пожежу необхідно розглядати як велику небезпеку.

Під час горіння різноманітних органічних, синтетичних, гумових, полімерних матеріалів та піротехнічних композицій виділяється значна кількість отруйних та токсичних речовин (оксиди вуглецю, сірки, азоту, спирти, кислоти, альдегіди). Отруйні та токсичні речовини по різному впливають на біосферу та органи людини в залежності від їх природи, концентрації і часу впливу.

У теперішній час для гасіння пожеж у Збройних Силах України застосовуються практично усі відомі види вогнегасних речовин.

Серед екологічних та безпечних вогнегасних речовин залишається вода. Екологічна безпечність води з добавками зумовлена у першу чергу природою цих добавок [2].

Аерозольні вогнегасні речовини в останні роки набувають широкого розповсюдження. Важливим питанням є правильне і безпечне розміщення генераторів вогнегасних аерозолів у приміщеннях, що підлягають протипожежному захисту.

Серед газових вогнегасних речовин, які застосовувалися і продовжують застосовуватись в автоматичних установках пожежогасіння на різних військових об'єктах слід назвати хладони. Вони є високоефективними вогнегасними речовинами і здатні припинити реакції горіння за умови створення їх концентрації у повітрі приміщення.

Хладони знайшли широке використання в стаціонарних установках газового пожежогасіння на особливо важливих військових об'єктах, в тому числі на спеціальних фортифікаційних спорудах, в авіації та флоті.

У багатьох випадках вибір ефективних вогнегасних речовин для захисту різноманітних військових об'єктів є складною і багатоплановою задачею при вирішенні якої необхідно враховувати також і екологічні аспекти застосування вогнегасних речовин.

Одним із напрямків загальної проблеми екологічної безпеки військ є проблеми, пов'язані з наслідками пожеж, впливом численних вогнегасних речовин на навколишнє природне середовище та людину. Тому діяльність в сфері пожежної безпеки стосовно покращання екологічного стану в Збройних Силах України повинна бути направлена на: розроблення системи обліку екологічно небезпечних піноутворювачів і вогнегасних речовин групи галонів, вирішення питань утилізації екологічно небезпечних вогнегасних речовин, розвиток нормативної бази, спрямованої на обмеження застосування екологічно небезпечних вогнегасних речовин, подальший розвиток досліджень щодо поширення галузі застосування екологічно безпечних вогнегасних речовин, технологій пожежогасіння і попередження пожеж.

ЛІТЕРАТУРА

1. Указ Президента України про рішення ради Національної безпеки і оборони України від 26 травня 2004 року «Про стан збереження боєприпасів і вибухових речовин на арсеналах, базах і складах Збройних Сил України», №609/204, 3 червня 2004 року.

2. Романченко І. С., Сбітнєв А. І., Чумаченко С. М., Слободяник В. А. Методологічні підходи до створення бази даних для системи керування станом навколишнього середовища в Збройних Силах України. Наука і оборона. 2003. № 3. С. 50–56.

**ОПТИМАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ СПОЛУЧНОГО
ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА
ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТУ ВИКИДІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПОЗИТІВ**

*Кондратьєв А.В.¹, д.т.н., професор,
Гайдачук О.В.², д.т.н., професор,
Набокiна Т.П.³, к.т.н., доцент,
Шаповал С.В.¹, к.т.н., доцент,
Семків О.М.⁴, д.т.н., професор*

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,

²Національний університет «Запорізька політехніка»,

³Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «Харківський
авіаційний інститут»,

⁴Національний університет цивільного захисту України

На сьогоднішній день світовою промисловістю освоєно препрегову технологію виготовлення виробів з полімерних композиційних матеріалів. Ця технологія передбачає використання препрегів, одержуваних попереднім просоченням армуючих матеріалів розчинами сполучних, які містять до 50 % екологічно та пожежонебезпечних розчинників [1]. Однак питання вибору оптимальних значень вмісту розчинника в розчині сполучного з метою забезпечення необхідної його в'язкості за умов технологічних вимог до якості композитного виробу та питання безпеки виробничої життєдіяльності зазвичай вирішуються не системно, а незалежно [2]. Це призводить до невиправданих витрат, втрати якості композитних виробів та недостатнього рівня безпеки виробничої життєдіяльності на відповідних робочих місцях [3].

Доповідь присвячено результатам дослідження щодо системного прогнозуванню технологічних параметрів з урахуванням безпеки виробничої життєдіяльності при просоченні препрегів та їх допустимого діапазону відхилень від регламентованого значення. Розроблено метод та реалізуючу його методику прогнозування оптимальних технологічних параметрів розчинів сполучних для просочення препрегів з урахуванням безпеки виробничої життєдіяльності. Отримано аналітичні залежності в'язкості сполучного від його температури T та об'ємного вмісту θ_{sv} однокомпонентного, бінарного та трикомпонентного розчинника. Наприклад, залежність для однокомпонентного розчинника має такий вигляд:

$$\mu_{mix}(T) = \mu_r(T) \left(\frac{\mu_s(T)}{\mu_r(T)} \right)^{\theta_{sv}}, \quad (1)$$

де μ_r , μ_s – в'язкості смоли та розчинника при температурі T .

Встановлено поле допуску на об'ємний та масовий вміст розчинника у сполучному, що забезпечує прийнятне відхилення в'язкості розчину для якісного просочення препрега. Запропоновано та обґрунтовано критерій оптимального за технологічними умовами вмісту бінарного розчинника у сполучному з компонентами θ_{sv} , θ_{lv} та θ_{2v} :

$$\begin{cases} \frac{C_{1wz} + C_{1sw wz}}{[X]_1} + \frac{C_{2wz} + C_{2sw wz}}{[X]_2} \leq 1 \\ \frac{[\mu_{mix}]}{\mu_r} = \left(\frac{\mu_{s1}}{\mu_r}\right)^{\theta_{sv}} \left(\frac{\mu_{s2}}{\mu_{r1}}\right)^{\theta_{sv}\theta_{2v}} \end{cases} \quad (2)$$

де C_{1wz} , C_{2wz} – концентрація компонентів розчинника 1 і 2, що виділяється з негерметичної ванни, просочувальної машини, у робочій зоні; $C_{1sw wz}$, $C_{2sw wz}$ – те ж саме, що виділяється із сушильної камери (шахти); $[X]_1$, $[X]_2$ – гранично допустима концентрація парів компонентів розчинника 1 і 2; $[\mu_{mix}]$ – регламентована для просочення в'язкість розчину сполучного.

Розглянуто конкретні практичні приклади визначення оптимального вмісту бінарного розчинника з компонентами для конкретного сполучного та спирто-ацетонового розчинника. На рис. 1 показаний графік залежності масового вмісту ацетону θ_{m2} від «жорсткості» виконання обмеження безпеки виробничої життєдіяльності (2). У дужках наведено значення відповідних масових концентрацій розчинника в суміші сполучного θ_{sm} .

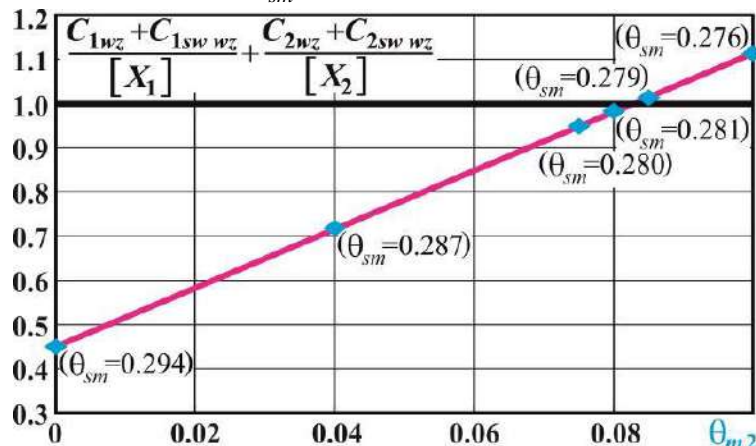


Рис. 1. Залежність масового вмісту ацетону θ_{m2} від «жорсткості» виконання обмеження безпеки виробничої життєдіяльності.

Показано, що оптимальною масовою концентрацією ацетону в розчиннику є величина 0.085 при масовому вмісті розчинника суміші 0.279. Ці параметри забезпечують гранично допустиму концентрацію парів розчинників, що забезпечує безпеку виробничої життєдіяльності. При цьому масовий вміст розчинника відрізняється від значення, необхідного при використанні тільки спирту, що забезпечує великий запас безпеки виробничої життєдіяльності, не більше, ніж на 5 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Deng B., Shi Y., Yu T., Zhao P. Influence mechanism and optimization analysis of technological parameters for the composite prepreg tape winding process. *Polymers*. 2020. Vol. 12. № 8. 1843.
2. Kondratiev A., Haidachuk O., Tsaritsynskiy A., Nabokina T. Modeling of molding of composite products on prepreg basis. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Vol. 344. P. 75–89.
3. Bachmann J., Hidalgo C., Bricout S. Environmental analysis of innovative sustainable composites with potential use in aviation sector – a life cycle assessment review. *Science China Technological Sciences*. 2017. Vol. 60. P. 1301–1317.

УДОСКОНАЛЕННЯ УМОВ ПРАЦІ ЛИСТОНОШІ АТ «УКРПОШТА»

Ладанець Т.В.¹,

Цимбал Б.М.¹, к.т.н., доцент,

Петрищев А.С.², к.т.н., доцент

¹*Національний університет цивільного захисту України,*

²*Національний університет «Запорізька політехніка»*

Укрпошта – національний оператор поштового зв'язку, історія якого розпочалась у 1994 році. Сьогодні це сучасна компанія з новим брендом, новою командою, новими відділеннями, послугами й підходами до роботи.

Для молодих фахівців без досвіду роботи Укрпошта – це можливість отримати перше місце роботи, хороший досвід та кар'єрне зростання, а для досвідчених спеціалістів – професійний виклик, експертна команда та шанс реалізувати найамбітніші ідеї.

Мережа Укрпошти найбільша в Україні – поштові відділення є у найвіддаленіших регіонах країни. Орієнтовно 50 тисяч працівників щодня приймають, сортують, везуть, доставляють, організують, аналізують та допомагають клієнтам.

Найпоширенішою професією є – листоноша, обсяги становлять більше 35 тисяч робітників [1].

Закріпленого робочого місця у листоноші немає. Більшість свого робочого часу вони проводять на вулиці, з цього і витікають багато шкідливих факторів, а саме:

- шумове навантаження та інфразвук;
- важкість та напруженість праці;
- метеорологічні фактори;

Згідно з висновками карти умов праці робоче місце листоноша (поштар) слід вважати з допустимими умовами праці.

Для забезпечення гідних умов праці було впроваджено ряд заходів безпеки та гігієни праці.

Середній місячний показник температури у місті Дніпро може коливатися від -3,6 до 22,1 °С [2]. Тому для підтримання оптимальної температури тіла було розроблено відповідний спецодяг (рис. 1) (куртка та черевики універсальні), яка є оптимальною для використання в різні пори року, а саме: куртка має утеплюючий шар, який за необхідності можна відстібнути. Також куртка має світловідбивні смуги, для роботи в темну пору року. На рахунок черевиків, теж розроблено спеціальну утеплюючу устілку, яку легко можна замінити на звичайну.

Усім відомо, що листоноші, відповідно до своїх обов'язків, несуть відповідальність за своєчасне доставлення коштів (пенсій) до населення України. Для безпеки листоноші було прийнято рішення забезпечити кожного газовим балончиком Терен-4 та переносними ліхтариками.

Ще однією особливістю роботи є доставлення посилок до адресата. Маса посилок може коливатися від 0,008 кг до 150 кг (відправлення більше ніж 150 кг відправляється та отримується відповідно регламенту «Доставка вантажів підвищеної ваги»). На теперішній час листоноші доставляють до адресату тільки відправлення до 2 кг, щоб облегшити працю. Для цього було розроблено спеціальну «сумку листоноші», яка має широкі лямки для зручності та має квадратну форму, для комфортного розміщення відправлень та продукції.



Рис. 1. Захисний одяг листоноші.

Велику увагу було приділено боротьбі з COVID-19. Розроблено спеціальні маски відповідно до регламентів (рис. 2).



Рис. 2. Захисна маска для захисту від COVID-19.

На даний час триває робота з вдосконалення трудової діяльності листоноші. Цьому питанню приділено дуже багато уваги, так як посада листоноші є тільки в АТ «Укрпошта».

ЛІТЕРАТУРА

1. Загальні відомості про Акціонерне Товариство «Укрпошта». URL: <https://www.ukrposhta.ua/ua/vacancies>
2. Середній місячний показник температури у місті Дніпро. URL: <https://www.gorod.dp.ua/pogoda/?pageid=46>

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ*Лантій П.О., аспірант**Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

Відповідно до вимог Закону «Про охорону навколишнього природного середовища» цілі економічного розвитку громади слід узгоджувати та коригувати з урахуванням екологічних потреб населення, передбачаючи завчасне попередження несприятливих екологічних тенденцій задля гарантії їх мінімізації. Екологічне проектування – перелік заходів, спрямованих на розроблення та координацію проектних рішень, пов'язаних з навколишнім середовищем, з метою дотримання екологічних вимог [1]. Цілі проектів програми екорозвитку громади можуть бути спрямовані на захист екосистем, що знаходяться в зоні ризику, відновлення деградованих екосистем або створення нової стійкої екосистеми для задоволення потреб громади. А отже, подібні проекти мають базуватися на комплексній екологічній оцінці регіону та проходити екологічну експертизу [1, 2].

Оцінка впливу на довкілля призначена для виявлення характеру, інтенсивності та ступеня небезпеки дій будь-якого виду господарської діяльності на стан навколишнього природного середовища та здоров'я населення. Саме це визначає можливі напрямки проектних рішень за результатами контролю параметрів природного середовища з урахуванням джерел та локалізації антропогенних впливів на довкілля, їх епіцентрів і зон [2, 3]. Для контролю за цими параметрами і визначення ступеня впливу техногенного забруднення застосовують класичні методи екологічного моніторингу, що, на жаль, не дають змоги отримати об'єктивної картини через розширення масштабів їх наслідків і збільшення часу на оброблення результатів [3]. Саме тому, ефективними стають методи просторового аналізу за результатами дистанційного зондування Землі, які, перед усім, надають змогу виявляти джерела антропогенного впливу на довкілля, визначати його характер і динаміку зміни [2]. На відміну від традиційних підходів екологічного проектування, де дуже високою є частка експертних методів, застосування методів просторового аналізу дозволяє об'єктивно визначати стан навколишнього природного середовища, яке змінюється під дією джерел забруднення або антропогенних чинників, а також оцінювати їх на відповідність чинних правових та будівельних норм.

Ефективність застосування методів просторового аналізу безпосередньо залежить від наявної інформаційної бази для реалізації екологічного проектування [2, 3]. Розглядаючи джерела впливу на довкілля як географічні об'єкти, ця база крім даних про результати контролю (замірів) параметрів навколишнього природного середовища повинна поєднувати актуальну інформацію з on-line ПС-порталів, з профільних державних установ, а також містити результати дистанційного зондування Землі. Усе це потребує нового підходу до формування бази даних – її подання у вигляді багатовимірної структури, яка об'єднує різномірну інформацію (текстову, графічну, цифрову) за різні проміжки часу [4]. Таку базу даних слід розглядати як певне сховище, призначене для збору і зберігання інформації, підготовки звітів, аналізу інформації з метою підтримки прийняття рішень, побудоване на базі клієнт-серверної архітектури, реляційної СУБД та утиліт підтримки прийняття рішень.

Реалізація запропонованого сховища даних для завдань екологічного проектування передбачає вирішення ряду задач, пов'язаних безпосередньо з даними, а також з алгоритмами та методами оброблення даних для підтримки прийняття

проектних рішень [4, 5].

Серед задач, пов'язаних з даними, під час реалізації та впровадження сховища найпоширенішими є:

1. Пошук та інтеграція різнорідних даних:
 - Переваги: забезпечує повноту картини, збільшує точність, підвищує значущість даних;
 - Недоліки: складність інтеграції, невизначеність якості даних, значна вартість.
2. Зберігання та обробка великих обсягів даних:
 - Переваги: дає можливість аналізувати геопросторові залежності, полегшує прийняття рішень, дає змогу візуалізувати дані для спрощення прийняття рішень.
 - Недоліки: складність обробки, проблеми з точністю та достовірністю даних.
3. Перевірка та оновлення інформації:
 - Переваги: поліпшення точності та достовірності даних, забезпечення актуальності даних;
 - Недоліки: значні витрати на актуалізацію інформації, складність через розгалуженість даних, ризик втрати даних.

З наведених вище прикладів можна узагальнити особливості даних, необхідних для екологічного проектування, а саме: різноманітність джерел походження даних та їх багатоформатність, необхідність постійної обробки великих об'ємів даних, ймовірність наявності шуму в «сирих» даних, необхідність форматної адаптації даних для забезпечення можливості їх використання в екологічних проєктах тощо.

Серед найпоширеніших методів оброблення даних, які найчастіше використовують при екологічному проектуванні є: методи просторового аналізу; методи машинного навчання; методи статистичного аналізу; методи ГІС-аналізу тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 р., № 1264 ХІІ/ Відомості Верховної ради України. 1991. № 41. Ст. 546.
2. Даншина С. Ю. Застосування методів геоінформаційного аналізу в проєктах екорозвитку регіону. Математичне моделювання процесів в економіці та управлінні проєктами і програмами «ММП-2021»: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Харків - Миколаїв, 13-17 вересня, 2021 р. Х.: ХНУРЕ, 2021. С. 55–58.
3. Лаптій, П. О. Огляд методів моніторингу довкілля. Екологічна безпека держави: матеріали XVI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, Київ, 21 квітня 2022 р. К., 2022. С. 49–50.
4. Андрєєв С. М., Жилин В. А. Геоінформаційна система підтримки прийняття рішень на базі сховища просторових даних геопорталу. Сучасні інформаційні системи. 2020. Т.4, № 2. С. 60–79.
5. Danshyna S., Nechausov A., Andrieiev S., Cheranovskiy V. Information technology for analysis of waste management objects infrastructure. Radioelectronic and Computer Systems. 2022. № 2. P. 97–107.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ОДЕСЬКОГО ПРИПОРТОВОГО ЗАВОДУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Лихошерст Д.К.,

Гльїнський О.В., к.б.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

АТ «Одеський припортовий завод» (ОПЗ) – один із найбільших виробників мінеральних добрив в Україні, таких як, аміак, карбамід, метанол та комплексні азотні добрива. Виходячи з цього, ОПЗ має підвищений рівень техногенної та екологічної небезпеки, під час виробництва хімічної продукції викиди цієї продукції можуть потрапити до атмосфери.

Аміак (NH_3) є глобально важливою сировиною для виробництва добрив, без яких неможливо виробляти харчові продукти. На сьогодні аміак виробляють за допомогою каталізуючої металами реакції між газоподібним азотом і воднем з природного газу з використанням встановленої технології, відомої як процес Габера-Боша. Відомо, що виробництво кожної метричної тонни аміаку призводить до викиду приблизно 1,9 метричної тонни діоксиду вуглецю, що становить приблизно 1,8 % світових викидів вуглецю. Виробництво аміаку – це велике неенергетичне джерело промислових викидів CO_2 . На одну тонну аміаку, що виробляється, викидається 1694 тонни CO_2 , який є головним чинником парникового ефекту в атмосфері Землі.

Важливість вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря в сучасних умовах діяльності підприємства полягає в зменшенні викидів хімічно небезпечних речовин, таких як CO та CO_2 , що існують в технологічному процесі виробництві підприємства в атмосферне повітря

Підприємство розташоване на березі Малого Аджалицького лиману, в 35 км від м. Одеса. Загальна площа території становить близько 250 га, де розташовуються 10 великих виробничих цехів.

ОПЗ входить до переліку підприємств, що мають стратегічне значення для економіки і безпеки України. Продукція заводу має попит на внутрішньому ринку, але головна її частина, а це 85 %, експортується більш ніж у 30 країн світу [1].

До складу Одеського припортового заводу входять наступні виробничі потужності, що спричиняють вплив на стан атмосферного повітря:

– два агрегати з виробництва аміаку початковою проектною потужністю 450 тис. на рік;

– два агрегати з виробництва карбаміду початковою проектною потужністю 330 тис. тонн на рік;

– комплекс з перевантаження аміаку потужністю 4,3 млн. тонн на рік, зі складом на 120 тис. тонн, який має 4 ізотермічні резервуари для зберігання рідкого аміаку;

– комплекс з перевантаження карбаміду потужністю до 5 млн. тонн на рік, зі складом на 80 тис. тонн;

– комплекс з перевантаження метанолу потужністю 1 млн. тонн на рік, зі складом на 48 тис. тонн, комплекс складається із чотирьох резервуарів;

– комплекс з перевантаження рідких азотних добрив потужністю 500 тис. тонн на рік, зі складом на 36 тис. тонн;

– цех біохімічного очищення, розташований за 7 км від основних виробничих майданчиків [2].



Рис. 1. Зовнішній вигляд виробничих потужностей АТ ОПЗ.

Виробництво аміаку – це велике неенергетичне джерело промислових викидів CO_2 .

Основна кількість викидів CO_2 на заводах, які використовують каталітичний синтез природного газу, що відбувається в процесі регенерації CO_2 з промивного розчину скрубера; у меншій кількості викиди відбуваються під час відгону конденсату.

Аналіз джерел та обсягів викидів основної забруднюючої речовини (CO_2) під час виробництва аміаку на ОПЗ показав можливість перейти до сучасної технології уловлювання та зберігання вуглецю (УЗВ). Технологія УЗВ дозволяє зменшити викиди парникових газів шляхом запобігання виходу в атмосферу двоокису вуглецю (CO_2), який утворюється на точкових джерелах у великій кількості, до виходу в атмосферу, а потім транспортування та закачування діоксиду вуглецю до підземного сховища для постійного безпечного зберігання. За допомогою технології УЗВ можна видалити CO_2 з атмосфери, зменшуючи негативні наслідки зміни клімату [3].

Для контролю за станом атмосферного повітря поруч з ОПЗ у 2020 році було встановлено перші дві станції моніторингу забруднення повітря - у смт. Нові Біляри Лиманського району [4].

ЛІТЕРАТУРА

1. Про завод. ВАТ «Одеський припортовий завод»: веб-сайт. URL: <https://opz.odessa.net/about/>
2. Одеський припортовий завод: веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/kompanii/1320-odesskij-priportovuj-zavod>
3. Викиди вуглекислого газу: вловити, зберегти, використати . Екологія, право, людина: веб-сайт. URL: <http://epl.org.ua/environmental-news/vykydy-vuhlekysloho-hazu-vlovyty-zberehty-vykorystaty/>
4. Станцію контролю повітря поставили біля порту «Південний» та ОПЗ. 7 телеканал: веб-сайт. URL: <https://7kanal.com.ua/2020/10/21/stanciju-kontrolja-vozduha-postavili-v/>

ФОРМУВАННЯ РИЗИКІВ ПРИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАСЕЛЕННЯ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

*Ліхо О.А.¹, к.с.-г.н., доцент,
Вознюк Н.М.¹, к.с.-г.н., доцент,
Гакало О.І.¹, к.с.-г.н.,
Скиба В.П.², к.с.-г.н.*

¹Національний університет водного господарства та природокористування,

²Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Забезпечення населення України якісною та безпечною для здоров'я людини водою є багатоаспектною проблемою яка має стратегічно важливе значення, оскільки безпосередньо впливає на стан здоров'я громадян і визначає рівень екологічної безпеки цілих регіонів. Найбільшої гостроти ця проблема набула під час воєнного стану, в якому знаходиться наша країна. У зв'язку з цим, наказом Міністерства охорони здоров'я України № 683 від 22.04.2022 р. затверджено «Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуацій іншого характеру»». Вони застосовуються в умовах воєнного стану та під час надзвичайних ситуацій на окремій території протягом визначеного періоду часу за рішенням відповідної регіональної або місцевої комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій [1].

Формування ризиків при водозабезпеченні населення Рівненської області має свою специфіку. Централізованим питним водопостачанням у 2021 році були охоплені усі 11 міст, 16 селищ міського типу і 204 села. Централізоване водопостачання було відсутнє у 795 селах області [2], де населення, в основному, для питних потреб використовує воду із нецентралізованих джерел водопостачання. До них відносяться шахтні колодязі, каптажі джерел, артезіанські колодязі, які перебувають здебільшого у незадовільному технічному та санітарному стані. Для нецентралізованого водопостачання в сільській місцевості використовується водоносний горизонт у четвертинних відкладах, який покриває майже всю територію області і характеризується невисокою водомісткістю та слабкою захищеністю від забруднення, що пояснюється неглибоким його заляганням [3].

Водоносні горизонти, що використовуються для централізованого водопостачання на території Рівненської області за умовами формування є абсолютно захищеними відносно найбільш вірогідного забруднення. В зв'язку з тим, що Рівненська область зазнала наслідків Чорнобильської катастрофи розглядалася захищеність підземних водоносних горизонтів від радіоактивного забруднення. Ступінь захищеності горизонтів обумовлюється потужністю і літологічним складом відкладів, що залягають вище водомістких порід. Вона залежить від деяких фізико-географічних елементів, сучасних фізико-географічних процесів, фізичних властивостей і хімічного складу водного розчину, циркулюючого в породах, а також від складу самих порід. В залежності від будови зони аерації, рельєфу, клімату, сучасних фізико-геологічних процесів, фізичних і хімічних властивостей порід, виділяють три групи районів, де формуються підземні води з різним ступенем захищеності від забруднення радіоактивними речовинами. Рівненська область відноситься до районів групи А, де всі водоносні горизонти надійно захищені і можуть використовуватись для постійного водопостачання.

За результатами оцінки рівня ризику при водозабезпеченні населення Рівненської області, встановлено, що більша ймовірність виникнення ризику спостерігається при забезпеченні населення водою із нецентралізованих джерел водопостачання, що пов'язано, в першу чергу, з слабкою захищеністю водоносних горизонтів, незначною глибиною колодязів, невідповідністю їх місць розташування та влаштування санітарним нормам [3]. Це, у свою чергу, робить джерела нецентралізованого водопостачання ще більш вразливими в умовах військових дій.

Значні за площею території України засмічені відходами руйнації, забруднені шкідливими речовинами, які утворюються від розриву мін та снарядів. Через обстріли критичної інфраструктури, велика кількість хімічних компонентів потрапляє у поверхневі та підземні води, викликаючи їх критичне забруднення.

Для управління ризиками при водозабезпеченні сільського населення Рівненської області особливого значення набуває реалізація моніторингу джерел нецентралізованого водопостачання і, в першу чергу, своєчасне виявлення значних забруднень ґрунтового покриву та підземних вод, пов'язаних з військовими діями. Важливою складовою моніторингу є створення інформаційної бази, яка б включала результати паспортизації джерел нецентралізованого водопостачання та оновлену інформацію щодо джерел забруднення природних вод в адміністративних районах Рівненської області. В кожному випадку мають бути доступними лабораторні дослідження якості води з визначенням концентрацій забруднюючих речовин, які є актуальними в період військових дій.

Управління ризиками передбачає прогнозування стану підземних вод як джерела водопостачання з урахуванням об'єктивної інформації та забезпечення місцевих органів виконавчої влади, контролюючих органів оперативною інформацією про зміни якості підземних вод для розроблення необхідних заходів щодо запобігання можливих негативних наслідків. Реалізація моніторингу стану децентралізованих джерел водопостачання населення Рівненської області водою є важливою складовою управління ризиками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МОЗ «Про затвердження «Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». № 683 від 22.04.2022 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE37900?an=1>
2. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2021 році. Київ, 2022. С. 222. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/12/nacjonalna-dopovid-pro-yakist-pytanoi-vody-ta-stan-pytnogo-vodopostachannya-v-ukrayini-u-2021-rocz.pdf>
3. Ліхо О. А., Гакало О. І. Оцінка та управління ризиками, що виникають при забезпеченні населення Рівненської області водою : монографія. Рівне : НУВГП, 2013. 195 с.

УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ НА ПОЖЕЖІ

Макаренко С.С.,

Тригуб В.В., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Захист суспільства від пожеж досягається шляхом реалізації комплексу взаємопов'язаних державних функцій, однією з яких є своєчасне та якісне їхнє гасіння. Процес ефективної боротьби з пожежами включає комплекс робіт у непридатному для дихання середовищі, який обмежений часом захисної дії дихального апарату, тому учасники гасіння пожежі потребують постійного управління безпекою. В існуючій системі забезпечення безпеки робіт у непридатному для дихання середовищі склалася така ситуація: з одного боку, аналіз безпеки проводиться лише на якісному рівні з використанням обмеженого масиву даних, що не дозволяє враховувати активний вплив пожежних на процес управління безпекою, з іншого боку, необхідні для кількісного аналізу дані одержують шляхом моніторингу параметрів безпеки. Проте відсутність механізмів прийняття рішень, які враховують структуру результатів моніторингу, знижує функціональні можливості сучасних систем безпеки та є перешкодою для їх подальшого розвитку. При цьому специфіка боротьби з пожежами визначає низку вимог щодо отримання, обробки та відображення інформації для прийняття рішень, тому результати моніторингу можуть бути використані на практиці у вигляді інформаційно-аналітичної системи.

Сучасні дихальні апарати обладнуються дистанційними системами моніторингу параметрів безпеки учасників гасіння пожежі, що визначає можливість отримання нового виду інформаційних ресурсів для забезпечення безпеки під час управління пожежно-рятувальними підрозділами у непридатному для дихання середовищі. В ході аналізу визначено, що одним з основних напрямків підвищення рівня безпеки учасників гасіння пожеж при виконанні робіт у непридатному для дихання середовищі є вдосконалення управлінської діяльності шляхом впровадження моделей та алгоритмів підтримки управління на основі моніторингу параметрів безпеки.

Сьогодні важко уявити процес пожежогасіння без використання засобів індивідуального захисту органів дихання та зору. Пожежні на гіркому досвіді оцінили небезпеку пожеж та реальні прояви його небезпечних факторів: токсичних продуктів горіння (дим), підвищеної температури навколишнього середовища, зниженої концентрації кисню та інші [1].

На сьогоднішній день найбільш розвиненими та застосовуваними є автономні дихальні апарати на стисненому повітрі. Основні напрями подальшого розвитку в цій галузі пов'язані з розширенням технічних можливостей стану дихального апарату, до яких можна віднести підвищення ергономічності винаходів, зниження ринкової вартості за рахунок застосування композитних та дешевших матеріалів, спрощення експлуатаційних характеристик, збільшення часу захисної дії дихального апарату. Тривалість захисної дії є одним із найбільш важливих ресурсів в управлінні безпекою газодимозахисників та безпосередньо пов'язана зі збільшенням тиску в балонах дихальних апаратів [2, 3].

З розвитком інформаційних систем моніторингу з'являються нові можливості у підтримці управління безпекою пожежно-рятувальних підрозділів під час проведення робіт у непридатному для дихання середовищі. Вбудовані в конструкцію дихальних апаратів ретранслятори дозволяють здійснювати моніторинг параметрів безпеки

учасників гасіння пожежі на відстані. До таких систем моніторингу параметрів безпеки належить PASS device (Personal Alert Safety System) [4–7] або ADSU (Automatic Distress Signal Unit) [4–7] – блок автоматичного сигналу лиха. Ці винаходи відносяться до пристроїв, основою яких є датчик нерухомого стану. Призначення PASS device полягає у повідомленні пожежних у разі відсутності руху протягом встановленого часу або позаштатної ситуації на пожежі.

Однак між існуючими підходами в управлінні безпекою учасників гасіння пожежі при роботі в непридатному для дихання середовищі [8, 9] та системами моніторингу виникають протиріччя. З одного боку, існують системи дистанційного контролю за умовами роботи пожежних. Вони складаються із стандартного набору елементів, а саме дихального апарату з вбудованим у його конструкцію пристроєм збору та передачі даних, пристроєм ретрансляції даних та приймальної станції, на якій відображаються поточні значення контрольованих параметрів для роботи оператора системи. Специфіка гасіння пожежі передбачає необхідність ухвалення рішень для управління безпекою за прогностичними значеннями параметрів безпеки. Ця функція у систем дистанційного контролю розвинена слабо чи відсутня.

Таким чином, розробка та впровадження моделей та алгоритмів, які б об'єднали у собі можливості сучасних систем моніторингу параметрів безпеки учасників гасіння пожежі та програмні можливості для реалізації сучасних підходів в управлінні, дозволить виключити ручне введення даних та отримувати необхідні для якісного управління прогностичні значення параметрів безпеки пожежних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежна безпека. Загальні положення. ДСТУ 8828:2019. [Чинний від 2020-01-01]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 84 с. (Національний стандарт України).
2. Стрілець В. М., Бородич П. Ю., Росоха С. В. Закономірності діяльності рятувальників при проведенні аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену: монографія. Харків: НУЦЗУ, КП «Міська друкарня», 2012. 119 с.
3. Стрілець В. М. Сравнительный анализ закономерностей расхода запаса воздуха при работе спасателей в аппаратах на сжатом воздухе. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2014. № 4(41). С. 136–141.
4. NFPA 1404: Standard for Fire Service Respiratory Protection Training.
5. NFPA 1852 Standard on Selection, Care, and Maintenance of Open Circuit Self Contained Breathing Apparatus (SCBA) 2002 Edition.
6. NFPA 1981 Standard on Open Circuit Self Contained Breathing Apparatus (SCBA) for Emergency Services 2007 Edition.
7. NFPA 1982: Standard on Personal Alert Safety Systems (PASS) 2013 Edition.
8. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України: Наказ МНС України від 16.12.2011 № 1342. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76358
9. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України: Наказ МНС України від 07.05.2007 № 312.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОСАДЖЕННЯ ШЛАМУ В СТИЧНИХ ВОДАХ ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ

Макаров Є.О.,

Андронов В.А., д.т.н., професор

Басманов О.Є., д.т.н., професор

Національний університет цивільного захисту України

Для досягання максимальної ефективності електрокоагуляційної очистки стічних вод використовуються різні хімічні речовини, які регулюють рН середовища (луги) та речовини, що здатні впливати на кількість, морфологію та природу утвореного внаслідок очистки шлам (флокулянти, лужні або кислотні добавки, полімерні речовини) [1–5].

Для дослідження використовувались стічні води молокопереробного підприємства (Україна). Електрокоагуляційна обробка стічних вод проводилась на лабораторній установці, яка включає електролізер з органічного скла та алюмінієвих електродів. Для створення умов, за яких спостерігались найкращі показники утворення і осадження шлам, використовувались лужні добавки: натрій гідроксид NaOH у вигляді 5 % водного розчину та кальцію оксид CaO у вигляді сухого порошку. Для інтенсифікації процесів утворення шлам використовувався флокулянт неіонний поліакриламід (ПАА) у вигляді 0,05 % водного розчину.

В результаті проведених досліджень побудовано модель осадження шлам, яка є системою з трьох нелінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Застосування методу найменших квадратів дозволило визначити коефіцієнти рівнянь на основі експериментальних даних. Модель описує динаміку процесу осадження шлам в залежності від концентрації доданих реагентів - кальцію оксиду CaO та флокулянту неіонного поліакриламід (ПАА).

Враховуючи, що швидкість фізико-хімічної взаємодії між компонентами в системі пропорційна концентрації речовин, модель процесу осадження має вигляд:

$$\frac{dy}{dt} = -(c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3) y; \quad (1)$$

$$\frac{dx_1}{dt} = -a_1 x_1 y; \quad (2)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -a_2 x_2 y, \quad (3)$$

де y – об'єм утвореного шлам; x_1 – концентрація ПАА; x_2 – концентрація CaO; c_1 – коефіцієнт інтенсивності осадження шлам при додаванні ПАА; c_2 – коефіцієнт інтенсивності осадження шлам при додаванні CaO; c_3 – коефіцієнт інтенсивності осадження шлам при відсутності ПАА та CaO; a_1 – коефіцієнт інтенсивності використання ПАА в ході реакції осадження; a_2 – коефіцієнт інтенсивності використання CaO.

Рівняння (1) описує зменшення об'єму шлам; рівняння (2) – зменшення концентрації ПАА внаслідок процесу осадження; рівняння (3) – зменшення концентрації CaO внаслідок процесу осадження.

Для визначення невідомих коефіцієнтів c_1 , c_2 , c_3 , a_1 , a_2 використані результати експериментальних досліджень, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Коефіцієнти моделі осадження шламу

Коефіцієнт	Значення	Одиниця вимірювання
c_1	0,166	мг/(дм ³ ·хв)
c_2	2,23	г/(дм ³ ·хв)
c_3	0,033	1/хв
a_1	0,112	мг/(дм ³ ·хв)
a_2	0,2	г/(дм ³ ·хв)

В якості прикладу на рис. 1 наведено залежність концентрації шламу у воді через 10 хвилин в залежності від концентрацій ПАА і СаО. На рис. 1 також показано лінії рівня для залежності $y(x_1, x_2)$ – вздовж кожної такої лінії концентрація шламу є сталою.

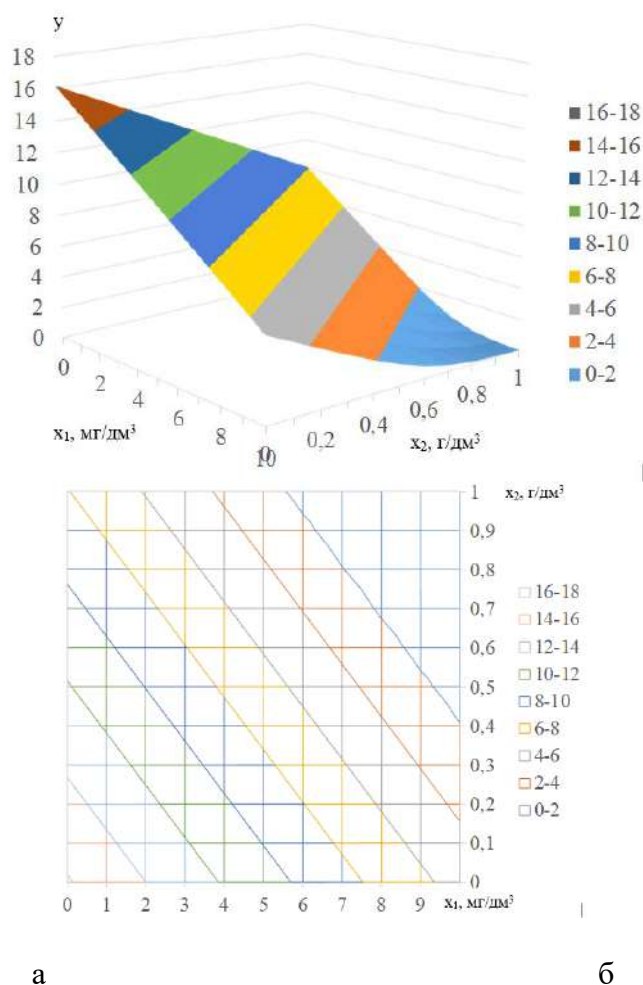


Рис. 1. Залежність об'єму шламу у воді (а) та лінії рівня залежності об'єму шламу у воді (б) через 10 хвилин від концентрації ПАА та СаО.

ЛІТЕРАТУРА

1. Данченко Ю. М., Макаров Є. О., Андронов В. А., Мірус О. Л. Підвищення ефективності електрокоагуляційної очистки стічних вод молокозаводів шляхом додавання лугу. Вісник ЛДУ БЖД. 2022. № 25. С. 19–27.
2. Izadi A., Hosseini M., Darzi G. N., Bidhendi G. N., Shariati F. P. Treatment of paper-recycling wastewater by electrocoagulation using aluminum and iron electrodes. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2018. 16. P. 257–264.

3. Aoudj S., Khelifa A., Drouiche N., Hecini M., Hamitouche H. Electrocoagulation process applied of wastewater containing dyes from textile industry. *Chem. Eng. Process Intensif.* 2010. 49(11). P. 1176–1182.

4. Данченко Ю. М., Макаров Є. О., Андронов В. А. Вплив кальцію оксиду на властивості шламу електрокоагуляційної очистки стічних вод молокозаводів. «Подолання екологічних ризиків і загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022»: Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій –2022», (26–27 травня 2022 року, Полтава – Львів). Полтава: НУПП, 2022. С. 224–226.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ І ГІГІЄНИ ПРАЦІ У ПОЖЕЖНІЙ СЛУЖБІ НІМЕЧЧИНИ

Малько О.Д., к.військ.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Основою безпеки і гігієни праці в Німеччині (в Україні охорони праці) є Основний закон (Конституція), в якому основне право на життя та фізичну недоторканність закріплено у статтях 1 і 2: «Гідність людини є недоторканою. Поважати та захищати її є обов'язком державної влади» (стаття 1). «Кожен має право на життя та фізичну недоторканність» (стаття 2) [1]. Усі інші закони базуються на Основному законі, який регулює вимоги охорони праці. На законодавство сильно впливають положення та директиви Європейського Союзу.

Вимоги «Закону про здійснення заходів з безпеки і гігієни праці для підвищення безпеки праці працівників на виробництві» (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG), регулюють відносини у сфері забезпечення безпеки пожежних підрозділів. Цей закон переносить вимоги Європейської рамкової директиви з охорони праці (Директива 89/391 / ЄЕС) у законодавство Німеччини [2]. Закон про державну службу (BeamtVG) визначає правила надання компенсацій внаслідок нещасного випадку у протипожежній і рятувальній діяльності. Згідно з цим Законом професійні пожежні відносяться до категорії держслужбовців [3].

Заклади страхування від нещасних випадків мають, відповідно до Соціального Кодексу (розділ VII), завдання «використовувати всі відповідні засоби для запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та пов'язаним з роботою небезпекам для здоров'я та надання ефективної першої допомоги» - DGUV. Вони, також, уповноважені видавати правила DGUV та інформацію про DGUV [4]. Основними із них є:

- «DGUV Пожежні частини 49» - Регулювання запобігання нещасних випадків;
- «DGUV Інформація 205-021» - Керівництво по створенню оцінки ризиків пожежної служби;
- «DGUV Правило 105-003» - Використання засобів індивідуального захисту в аварійних службах;
- «DGUV Інформація 205-031» - Додаткове обладнання до засобів індивідуального захисту пожежної команди;
- «DGUV Інформація 205-008» - Безпека в пожежній частині (пропозиції та поради щодо безпечної експлуатації пожежних станцій);
- «DGUV Інформація 205-014» - Підбір засобів індивідуального захисту для використання пожежною службою - на основі оцінки ризику;
- «DGUV Правило 305-002» - Правила випробувань обладнання та пристроїв.

Комітет з питань пожежної охорони, захисту від надзвичайних ситуацій та цивільної оборони (AFKzV) приймає «Правила пожежної служби» (FwDv) та рекомендує федеральним землям їх запроваджувати. Правила FwDv, - в яких відображені питання безпеки праці в пожежній охороні:

- «FwDV 100» - Управління та лідерство в дії: система управління;
- «FwDV 1» - Основні заходи - гасіння та допомога;
- «FwDV 3» - Підрозділи у пожежно-допоміжних операціях;
- «FwDV 7» - Захист органів дихання;
- «FwDV 10» - Переносні драбини.

Відповідно до вимог зазначених документів, питання забезпечення безпеки та охорони здоров'я пожежних інтегруються в організацію пожежної служби, відповідальність за яку покладається на її керівництво. На рівні міста чи муніципалітету таке керівництво здійснюють голова міста чи муніципалітету. Міський голова, як керівник муніципальної влади, виконує керівну функцію в муніципальній пожежній службі і відповідно несе загальну відповідальність за безпеку та охорону здоров'я пожежних.

Начальник пожежної частини відповідає за організацію забезпечення безпеки і гігієни шляхом делегування завдань та повноважень (рис. 1).

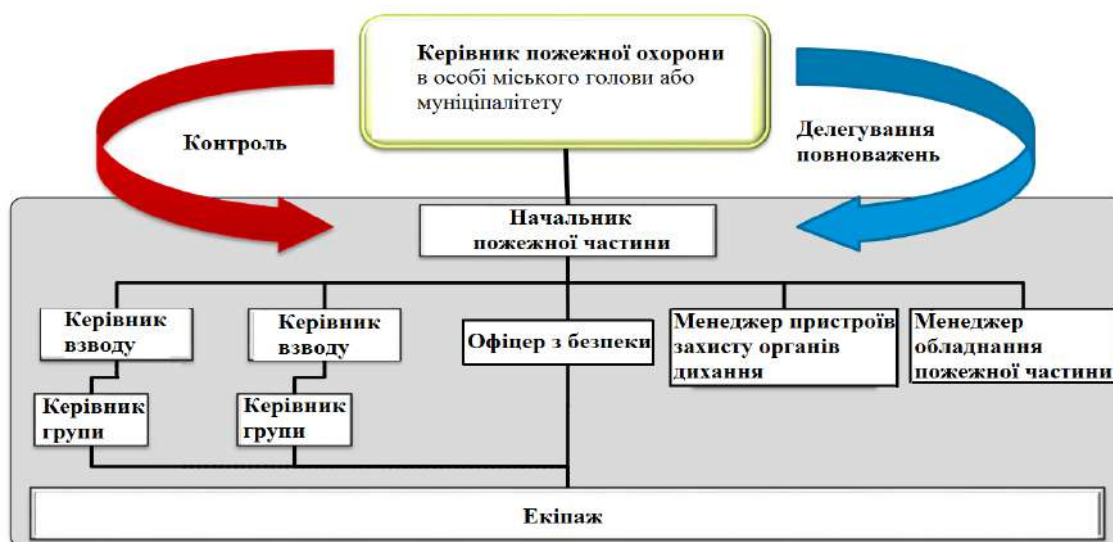


Рис. 1. Делегування завдань та повноважень у сфері безпеки пожежної частини.

Начальник пожежної частини призначає офіцера з безпеки, який стає компетентною і контактною особою з питань безпеки і гігієни праці. Особливу увагу офіцер з безпеки повинен приділяти оцінці ризиків і запровадженню профілактичних заходів, які допомагають мінімізувати або попередити настання нещасних випадків та професійних захворювань. Офіцер з безпеки пожежної частини повинен, зокрема, контролювати ефективність заходів з безпеки і гігієни праці. Він зобов'язаний негайно повідомити начальника пожежної частини про будь-який значний ризик для здоров'я та безпеки пожежних, а також про будь-які дефекти, які виявлені в пристроях та системах їх захисту.

Отже, законодавча та нормативна-правова база, у сфері пожежної безпеки Німеччини, забезпечує організаційні засади для створення сприятливих умов праці та попередження нещасних випадків і професійних захворювань пожежних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland. URL: www.gesetze-im-internet.de/gg/BJNR000010949.html
2. Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG). URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbSchG/>
3. Beamtenversorgungsgesetz – BeamtVG. URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/beamtvg/BJNR024850976.html>
4. Sozialgesetzbuch (SGB). URL: https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_7/BJNR125410996.html

**ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ
ПРАЦІВНИКІВ АГРОПРОМХОЛДИНГУ «АСТАРТА-КИЇВ»**

Малько О.Д., к.військ.н., доцент,

Перегуда О.В.

Національний університет цивільного захисту України

Питання створення безпечних умов праці, профілактики виробничого травматизму на виробництві були, є і залишаються одними з найважливіших та актуальних в діяльності агропромхолдингу. Важливим напрямками вирішення таких питань є зміна нормативно-правового забезпечення охорони праці на проєвропейське, впровадження керування ризиками в системі управління охороною праці компанії, застосування інших сучасних інструментів для створення безпечних умов праці.

Для запровадження системної, упорядкованої оцінки стану охорони праці, контролю та підвищення ефективності профілактичних заходів у сфері безпеки праці в компанії проводиться внутрішній аудит із застосуванням ризик-орієнтованого підходу до оцінки об'єкта. Запровадження ризикоорієнтованого підходу визначено «Концепцією реформування системи управління охороною праці в Україні та затвердження плану заходів щодо її реалізації», схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2018 р. № 989-р. В концепції визначена необхідність «Здійснення результативного та ефективного інспектування у сфері безпеки та гігієни праці» [1]. Варто зазначити, що проведення аудитів із застосуванням ризик-орієнтованого підходу має забезпечити імплементацію в охорону праці агропромхолдингу європейських стандартів щодо запровадження заходів поліпшення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі. Такий підхід сприяє удосконаленню системи управління охороною праці, внутрішнього контролю та управління ризиками через надання незалежних й об'єктивних висновків та рекомендацій.

Останнім часом в компанії запроваджується процедура забезпечення безпечного використання промислового обладнання LOTO (Lock-Out / Tag-Out), яка полягає у відключенні джерел живлення обладнання, що знаходяться на технічному обслуговуванні або регламентних роботах. Ця процедура дозволяє захистити персонал від ризику несанкціонованого скоєння небезпечних енергій і практично повністю виключає ризики нещасних випадків або загибелі працівників під час виконання ремонтних та регламентних робіт.

Продовжується впровадження системи раціоналізації робочого місця 5S, яка була розроблена в післявоєнній Японії, в компанії Toyota, для застосування, головним чином, в обробній промисловості та у сфері послуг. Таке впровадження передбачає виконання заходів за п'ять кроків:

Крок 1. Сортування, при якому усі матеріали, устаткування, документи і інструмент сортують на три категорії: потрібні завжди матеріали, які використовуються в роботі в даний момент; потрібні іноді - матеріали, які можуть використовуватися в роботі, але в даний момент не затребувані непотрібні - брак, невживані інструменти, тара, сторонні предмети. В процесі сортування непотрібні предмети позначають «червонною міткою» і потім видаляють з робочої зони.

Крок 2. Дотримання порядку розташування предметів, яке відповідає вимогам безпеки, якості, ефективності роботи. Використовувались три правила розташування інструменту та обладнання. При цьому: інструмент та обладнання розташовувались на

видному місці, таким чином, щоб їх можна легко: узяти; використати; повернути на місце.

Крок 3. Утримання в чистоті робочих місць – робочі місця повинні підтримуватися в ідеальній чистоті. Порядок дій: розбити розташування робочих місць на зони, створити схеми і карти з позначенням робочих місць, місць розташування устаткування; визначити спеціальну групу, за якою буде закріплена зона для прибирання; визначити час проведення прибирання: раніше - за 5–10 хв. до початку робочого дня; обіднє через 5–10 хв. після обіду; після закінчення роботи, після припинення роботи, під час простоїв.

Крок 4. Стандартизація, яка вимагає формального, письмового закріплення правил організації робочого місця, технології роботи і інших процедур. Основною метою організації робочого місця стає досягнення високоякісного й економічно ефективного виконання виробничого завдання у встановлений термін на основі повного використання устаткування, робочого часу, застосування передових методів праці з найменшими фізичними зусиллями. При цьому, створюються посадові інструкції, які включають опис покрокових дій з підтримки робочого місця в належному стані. Також, проводиться розробка нових методів контролю і нагородження тих працівників, які відзначилися

Крок 5. Вдосконалення – це вироблення звички утримання робочого місця, відповідно до вже існуючих процедур, а також на постійній основі вдосконалення самої системи. Важливі моменти: спостереження за роботою устаткування, за робочим місцем, щоб полегшити їх обслуговування; використання фотографій робочих місць «До»/«Після», для порівняння того, що було, і який кінцевий результат; організація аудитів, для того, щоб оцінити ефективність впровадження програми 5S. За таких умов, організація аудитів, для оцінки ефективності впровадження стала важливим заходом завершального кроку.

Ефективним заходом щодо забезпечення безпеки працівників агрохолдингу стала «Школа внутрішнього тренера». Як показала практика, «Школа внутрішнього тренера», стала дієвою формою навчання працівників, яка дозволяє якісно освоїти навчальний матеріал протягом нетривалого часу. Навчання працівників проходило як онлайн так і офлайн. При цьому, план проведення занять передбачав:

1. Відвідування цікавих тренінгів з методології розробки та проведення навчальних заходів, розвитку навичок комунікації та публічних виступів;
2. Можливість працювати у проєктних командах з розробки вебінарів, семінарів, тренінгів, тимблдингів тощо;
3. Використання накопиченого досвіду у сфері охорони праці, можливість ділитися знаннями.
4. Вивчення передового досвіду зниження виробничого травматизму на робочих місцях.

Отже, система внутрішніх аудитів, постійна ідентифікація ризиків на основі ризик-орієнтованого підходу до оцінки об'єкта, забезпечення безпечного використання промислового обладнання, раціоналізація робочих місць, «Школа внутрішнього тренера» сприяє покращенню ключових показників з охорони праці в компанії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція реформування системи управління охороною праці в Україні та затвердження плану заходів щодо її реалізації. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2018 р. № 989-р. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/369531__369596

2. Іванчик В. Перспектива агропромислової галузі неможлива без сучасних ІТ-технологій. URL: <https://agrichain.com.ua/perspektyva-agropromyslovyi-galuzi-it/>

УДК 331.45

**АНАЛІЗ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ПРАЦІВНИКІВ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА
ТВЕРДИХ ЛІКАРСЬКИХ ФОРМ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ФІРМИ «ДАРНИЦЯ»***Марченко О.В.,**Цимбал Б. М., к.т.н., доцент**Національний університет цивільного захисту України*

Фармацевтична галузь (промисловість) – це підприємства, організації та установи, які займаються створенням, виробництвом, реалізацією та контролем якості лікарських субстанцій, препаратів та виробів медичного призначення, а також підготовкою та перепідготовкою кадрів. Проте, робота в цій галузі пов'язана з ризиками для працівників, до яких можливо віднести: хімічні, психофізіологічні та фізичні. Необхідно не забувати про фізичні ризики, які є найбільш поширеними в цій галузі [1].

Сьогодні в наш час всі працівники знають про небезпечну загрозу, яку фізична праця може становити для здоров'я та життя людини на робочому місці. Тому запроваджуються профілактичні заходи для запобігання фізичним травмам, включаючи чергування роботи та відпочинку. Відпочинок необхідний для зменшення перевтомленості та стресу, а також для зниження негативного впливу на психіку, якщо робочий час перевищує припустимі межі для ефективного відновлення нервової системи. Фізична загроза є негативним фактором виробничого середовища, який присутній на всіх підприємствах, таких як сільське господарство, харчова промисловість, транспорт, фармацевтична тощо. Найчастішими джерелами цієї загрози є людський фактор та необережність на робочому місці, а також перевтомленість працівників, що може призвести до втрати свідомості та інших фізичних травм.

Основні напрямки охорони праці в цеху з виробництва твердих лікарських форм фармацевтичної фірми «Дарниця» можуть включати:

- забезпечення належної вентиляції робочих зон та системи очищення повітря від шкідливих речовин;
- застосування захисного обладнання, такого як респіратори, окуляри, навушники та рукавиці;
- навчання працівників правильному використанню обладнання та захисного обладнання, а також проведення регулярних інструктажів з охорони праці;
- забезпечення високої рівня гігієни виробничих приміщень, у тому числі, регулярне прибирання та дезінфекцію;
- контроль за виконанням вимог щодо безпеки під час використання хімічних речовин та інших небезпечних матеріалів.

Для забезпечення безпеки працівників важливо проводити регулярні перевірки устаткування, обладнання та систем безпеки на відповідність стандартам і вимогам. Також необхідно забезпечувати працівників відповідною інформацією про можливі небезпеки на робочому місці та проводити регулярні навчання з охорони праці.

Для успішної реалізації програми охорони праці у цеху з виробництва твердих лікарських форм фармацевтичної фірми «Дарниця» необхідна взаємодія між керівництвом підприємства та працівниками. Керівництво повинно забезпечити необхідні ресурси та інвестиції для впровадження системи охорони праці, а також забезпечити високий рівень культури безпеки серед працівників.

Працівники, у свою чергу, повинні дотримуватися вимог безпеки на робочому місці та активно брати участь у навчанні з охорони праці. Крім того, важливо

проводити систематичний моніторинг здоров'я працівників та негайно реагувати на будь-які показники, що свідчать про можливі наслідки впливу шкідливих факторів на здоров'я.

У результаті правильної організації системи управління охороною праці в цеху з виробництва твердих лікарських форм фармацевтичної фірми «Дарниця» можливо забезпечити ефективний контроль за безпечністю робочого середовища, підвищити якість виробів та знизити ризики травматизму і захворювання працівників.

Крім того, для успішної реалізації програми охорони праці в цеху виробництва твердих форм фармацевтичної фірми «Дарниця» важливо встановити чіткі процедури дій у випадку виникнення аварійних ситуацій та провести тренування для всіх працівників щодо їх поведінки в таких випадках. Також необхідно забезпечити належний рівень оснащення робочих місць, включаючи засоби індивідуального захисту, а також проводити регулярні перевірки та ремонт обладнання.

Для забезпечення ефективної системи охорони праці важливо також залучати працівників до процесу виявлення та аналізу потенційних небезпек на робочому місці та вносити зміни до процедур та інструкцій з охорони праці на основі отриманих результатів. Крім того, необхідно створювати сприятливі умови для звернення працівників з пропозиціями та ідеями щодо покращення системи охорони праці.

Загалом, успішна реалізація програми охорони праці в цеху виробництва твердих лікарських форм фармацевтичної фірми «Дарниця» передбачає поєднання зусиль керівництва та працівників, ефективне використання ресурсів та інвестицій, належне оснащення робочих місць, регулярний моніторинг здоров'я працівників та активна участь працівників у процесі виявлення та аналізу потенційних небезпек.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фармацевтична промисловість. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/307/farmaceutichna-galuz> (дата звернення: 15.11.2022)

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ БУРІННЯ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН НА РОДОВИЩАХ ЗАХІДНОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

*Михайловська О.В., к.т.н., с.н.с.,
Зоценко М.Л., д.т.н., професор*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Проблема забезпечення енергетичної безпеки країни тісно пов'язана з екологічним захистом. На усіх етапах пошуку, розвідки та розробки нафтогазових родовищ, видобування та транспортування вуглеводневих енергоносіїв є значний вплив на окремі компоненти довкілля. Прокладання нових трубопроводів, розбурювання покладу, зміна режимів перекачування нафти і газу несе у собі потенційні технологічні та екологічні ризики. Проте, відмовитися від цього неможливо. [1, 2]. Активне забруднення ґрунтів майданчику нафтопродуктами відбувається під час порушення геологічного середовища в процесі видобутку вуглеводнів. До складу бурових розчинів входять потенційно небезпечні компоненти: вуглеводні; важкі метали; компоненти.

У зв'язку з цим важливою частиною заходів є створення накопичувачів відходів. Це сповільнить процеси поширення забруднення ґрунтового покриву вуглеводнями та дозволить в майбутньому використовувати територію поблизу родовища вуглеводнів з мінімальним впливом на навколишнє середовище.

Метод використання комбінованих стінок з метою гідроізоляції полягає у тому, що під час створення нафтошлямового амбару застосовуються комбіновані стінки, які складаються з різних типів ґрунту. Враховується тільки почерговість типів ґрунту з різною пропускною здатністю – від найбільш до найменш щільних типів ґрунту. Недоліками такого методу є неможливість проведення рекультивації уже існуючих об'єктів, а також необхідність використання ґрунтів, які не притаманні території проведення робіт [1].

Відомий метод влаштування гідроізоляції шламових амбарів із застосуванням геотекстильних мембран Геофлакс. На першій стадії роблять укладання геомембрани Геофлакс для шламосховища на проектній позначці. Потім відсипають щебеню для створення шару захисту паралельно дренажної канаві. Основним недоліком геомембран як гідроізоляції при будівництві шламового амбару є багаторічний монтаж.

Перелічені способи виконання водонепроникних екранів є трудомісткими, можливе просідання верхньої частини з часом, вихід відходів амбару на поверхню, неможливість подальшого використання території розташування амбару.

За допомогою усіх існуючих методів неможливо повністю рекультивувати бурові амбари чи шламосховища, щоб відновити господарську діяльність на території захоронення.

Таким чином метою є запропонувати та обґрунтувати, удосконалити технологію влаштування сховища відходів буріння, вирішити проблему відновлення господарської діяльності в місці знаходження шламосховища.

Авторами запропоновано будувати монолітну вертикальну протифільтраційне огороження по типу «стіна в ґрунті» з ґрунтоцементних елементів (рис.1).

Родючий шар ґрунту на всіх бурових майданчиках підлягає зняттю з метою наступної рекультивації згідно вимог ГСТУ - 4100032626-00-023-2000. Не допускається змішування родючого ґрунту з мінеральним ґрунтом. Глибина зняття родючого шару 0,5–1,0 м.

За цією технологією можемо виконувати циліндричні ґрунтоцементні елементи діаметром від 0,3 до 0,8 м і довжиною до 30 м [2,3]. З метою запобігання фільтрації стіна з ґрунтоцементних елементів заглиблюється у водотривкий шар ґрунту (глина) на глибину не менше 1 м. Однак при цьому фільтрація водного середовища повинна бути відсутня. Нормативний термін тужавіння у зволоженому стані триває 28 діб. Позитивним моментом є збільшення міцності та водонепроникності з часом. Після формування стін з елементів запропоновано виконати вилучення масиву ґрунту до 60 % [1, 4].

Заповнення шламосховища відходами буріння здійснюють після його формування та тужавіння ґрунтоцементну. До потрапляння у шламосховище відходи буріння зневоднюються.

Зневоднення пропонується здійснювати таким методом, згідно з яким буровий шлам разом з буровим розчином подають до флокуляційної станції, де його обробляють коагулянтном з наступним додаванням до нього флокулянта. Буровий шлам і буровий розчин, що складається з ґрунтових вод і мінералів, пульпопроводом відправляють на зневоднення. Зневоднення здійснюють у мембранних ємностях, зшитих з геосинтетичного мембранного матеріалу, що утримують шламові частинки в ємностях і відводять з них вільну воду у вигляді крапельної вологи і через випаровування. Як контейнери використовують геомембрани "TenCate", "Vigano avitex", Італія, "Geo & Tex 2000", Італія, а також геомембрани "AGRU", Австрія. [5].

Після зневоднення в місткостях отримують щільний матеріал, який зручний для планування, вантаження, транспортування або складування. [5]. Загущена фаза після зневоднення надходить у шламосховища.

Вологість зневоднених бурових шламів за технологією Рижова Г.О. близько 20 %. Однак вологість суміші бурових відходів може відрізнятись від оптимальної, тому слід змінювати вологість шляхом додавання осушуючих добавок.

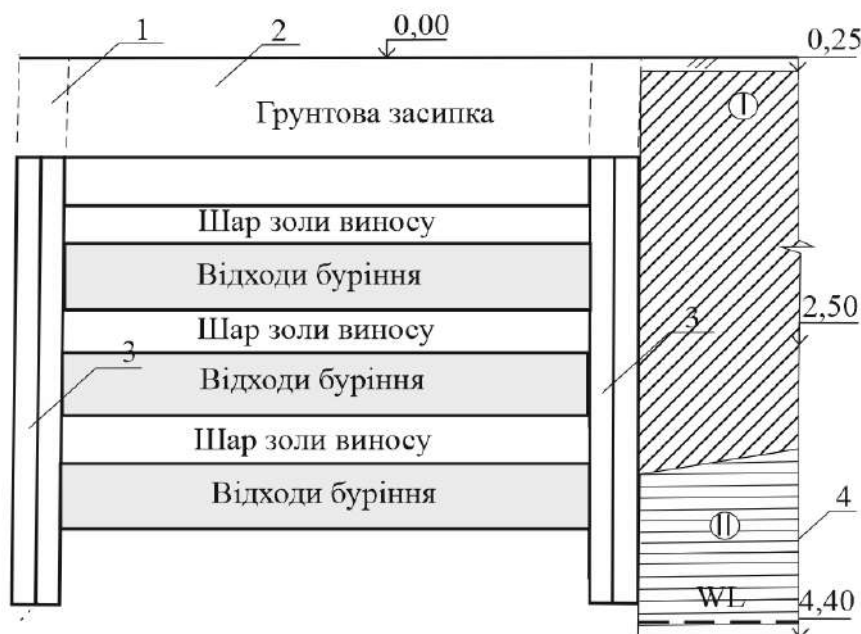


Рис. 1. Вертикальний розріз шламосховища.

З метою зменшення вологості суміші бурового шламу і ґрунту рекомендовано використати технологію додавання золи спалювання твердого палива теплоелектроцентралей (ТЕЦ). Відомий метод застосування відходів золи виносу ТЕЦ в дорожньому будівництві з метою осушення шарів ґрунту (п 6.4.9 ДБН В.2.3-4:2007).

Авторами пропонується застосувати золу виносу Дарницької ТЕЦ з метою зменшення вологості суміші відходів для досягнення їх оптимальної щільності. Буровий шлам за характеристиками можна віднести до суглинків важких.

Виконують заповнення шламосховища відходами за такою технологією: на дно шламосховища насипають шар зневодненого бурового шламу товщиною до 0,5 м, потім на нього зверху насипають шар осушуючого матеріалу (золу виносу) (вологість до 3 %) до 0,5 м та перемішують. Запропонована конструкція шламосховища дозволить утилізувати відходи спалювання (золу виносу).

Наведений спосіб створення технологічного рішення є актуальним при умові наявності водотривкого шару на оптимальній глибині від поверхні (8–20 м).

Перевагами конструкції шламосховища з влаштуванням покриття із ґрунтоцементну, яке вкладається осушений буровий шлам є низька вартість виготовлення за рахунок використання водотривкого шару ґрунту в якості днища споруди. Після тужавіння ґрунтоцементну покриття шламосховища засипають шаром родючого ґрунту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про науково-дослідну роботу за договорами від 68/01.2020 від 27 жовтий 2020 р та № 89/01/0417 від 30 квітня 2021 р. URL: <https://nrfu.org.ua/wp-content/uploads/2022/01>

2. Тимофєєва К. А. Ґрунтоцементні сховища для токсичних відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02 / Тимофєєва Катерина Анатоліївна ; Полтав. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Полтава, 2016. 22 с. : рис., табл

3. Зоценко М. Л., Винников Ю. Л., Зоценко В. М. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом: Монографія: Харків: Друкарня Мадрид, 2016. 94 с.

4. Зоценко М. Л., Тимофєєва К. А. Шламові амбари для відходів буріння й експлуатації нафтогазових свердловин з ґрунтоцементним протифільтраційним екраном. Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2014. Вип. 2(66). С. 337–345.

5. Спосіб зневоднення бурових розчинів і бурових шлаків № 130902 МПК E21B21/06 C02F1/52 C02F1/54 C02F11/12 C02F103/00, Україна / Г. О. Рижов. № u201807909; Заявл. 16.07.2018; Опубл. 26.12.2018. Бюл. 2018. URL: <https://iprop-ua.com/inv/3zdn2cyh/>

ПОТЕНЦІЙНІ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ СТАНЦІЯМИ

*Мінська Н.В., д.т.н., доцент,
Шевченко Р.І., д.т.н., професор,
Пономаренко Р.В., д.т.н., професор
Національний університет цивільного захисту України*

Оскільки використання фотоелектричної системи стало звичайним явищем у всьому світі, постає питання щодо потенційної небезпеки для пожежних, які працюють поблизу фотоелектричних систем, що знаходяться під напругою.

Присутність фотоелектричної системи поблизу вогню може створити такі небезпеки, як підвищена ймовірність падіння, ураження електричним струмом і руйнування конструкцій даху. На додаток до прямої пожежної небезпеки через несправне фотоелектричне обладнання, наявність фотоелектричної системи на даху будівлі може ускладнити роботу пожежних кількома іншими способами. Додаткова вага фотоелектричної системи може призвести до більш швидкого руйнування конструкцій. На похилому даху скляна поверхня фотоелектричного модуля становить небезпеку ковзання, що може призвести до падіння. Площа даху, зайнята фотоелектричними панелями, обмежує зону, де можуть ходити пожежні, і зону доступну для прорізання вентиляційних отворів. Перебуваючи під впливом сонця, фотоелектричні системи залишаються під напругою навіть після того, як підключення будівлі до мережі було роз'єднано. Якщо провідники під напругою оголяться через неправильне встановлення або пошкодження, це може призвести до ураження електричним струмом. В табл. 1 перелічені потенційні небезпеки для пожежного під час гасіння пожежі, що виникла у будівлі з фотоелектричною станцією.

Таблиця 1. Потенційна небезпека для пожежних, які працюють поблизу фотоелектричних станцій

Потенційна небезпека	Опис
Ураження електричним струмом	Ураження електричним струмом або опіки через контакт або потрапляння води на провідники під напругою (розбиті, але все ще під напругою модулі або оголені дроти)
Ковзання або падіння	Обмежений простір зменшує доступ і може спричинити ковзання або падіння
Руйнування конструкцій	Фотоелектрична станція додає «мертве навантаження» на дах; при ослабленні опорних балок дах може обвалитися
Електрична дуга або коротке замикання	Пожежа може бути викликана дугою, яка може виникнути через оголені провідники в фотоелектричних системах під напругою.
Горіння	Як і інші будівельні матеріали, матеріали фотоелектричної системи можуть горіти та виділяти шкідливі гази.

Хоча засоби індивідуального захисту пожежного можуть забезпечувати певний захист від ударів, навіть «невеликий» відчутний поштовх може викликати «реакцію здригання», що сприяє ковзанню або падінню. Постійний струм, що створюється фотоелектричними системами, здатний утворювати тривалу дугу, яка з більшою

ймовірністю спровокує пожежу, ніж змінний струм, який отримується на стороні мережі інвертора.

ЛІТЕРАТУРА

1. Скоробагатько Т. та інші. Питання безпечного гасіння пожеж на об'єктах з наявністю сонячних електростанцій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека 2 (12). 2021. С. 82–91.

ПОЛІПШЕННЯ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ЗДОРОВ'Я ТА БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Неменуца С.М., к.с.-г.н.,
Фесенко О.О., к.т.н., доцент,
Лисюк В.М., к.т.н., доцент*

Одеський національний технологічний університет

Протягом 2022 року на підприємствах харчової промисловості зафіксовано 134 нещасних випадки, в тому числі 14 зі смертельними наслідками [1]. Тому безпека праці та охорона здоров'я робітників є однією з пріоритетних задач роботодавців. Виконати такі завдання неможливо без ґрунтовного поліпшення стану охорони праці та збереження життя працюючих на підприємствах.

На підприємствах харчової промисловості діє система управління охороною праці (СУОП). В основному, СУОП підприємства використовується для вирішення завдань ефективного виконання виробничої програми з урахуванням вимог щодо охорони праці і промислової безпеки, внутрішньої перевірки результативності функціонування управління охороною праці та промисловою безпекою [2]. Для оцінки роботи СУОП в компаніях здійснюють аудит в галузі охорони праці.

Базові комплексні показники оцінки СУОП враховують стан виробничого травматизму, стан аварійності, виконання заходів з охорони праці та промислової безпеки, виконання санітарних норм по шкідливим виробничим факторам, виконання вимог охорони праці та промислової безпеки персоналом підрозділу, призупинення ведення робіт і виробничих процесів через порушення вимог безпеки, роботу з порушниками вимог безпеки, дотримання порядку навчання, інструктажу і перевірки знань з питань охорони праці та промислової безпеки, забезпечення і застосування працівниками належних засобів індивідуального та колективного захисту. Таким чином система управління охороною праці в організаціях сформована за реактивним принципом (реагування на небезпечні випадки та ситуації).

Поліпшення СУОП можливо за умови запровадження випереджувальних методів. Нові методичні підходи до завчасного керування ризиками охорони здоров'я і безпеки праці (ОЗіБП) запропоновані у ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування», який діє з 2021 року. Стандарт гармонізований із законодавством ЄС і ідентичний ISO 45001:2018 (ISO 45001:2010, IDT) «Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use». Стандарт розроблено відповідно до концепції Едварда Демінга: плануй – роби – перевіряй – дій.

За своїм характером ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) є рекомендаційним для об'єктів господарювання незалежно від їх розміру та форми власності. Пропонується застосовувати стандарт повністю або частково для систематичного поліпшення керування ОЗіБП. Концепція, яка закладена у стандарті щодо управління охороною праці – це забезпечення середовища для управління ризиками на підприємствах. Успіх реалізації системи ОЗіБП буде залежати, в першу чергу, якщо будуть приймати участь усі структури і рівні підприємства, а саме: для вищої ланки управління – лідерство (особиста зацікавленість і дієвість керівників), зобов'язання, відповідальність, підзвітність та надання необхідних ресурсів для її реалізації; для працівників – внесення пропозицій щодо покращення системи ОЗіБП, виявлення небезпек і оцінки їх ризиків, консультуванні щодо ефективності здійснюваних заходів з ОЗіБП; доступність і чесність інформації та її обов'язкове

документування; узгодженість із загальними стратегічними цілями та напрямком розвитку організації тощо. В документі не міститься вказівок стосовно структури ОЗіБП і оцінки критеріїв її ефективності, тобто передбачається повна свобода дій у виборі методик для підприємства. Механізми керування ризиками поширюються і на підприємства-підрядники. Але відповідати система ОЗіБП компанії вимогам ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) може лише після впровадження і виконання усіх без винятку вимог.

Для підприємства або компанії досягнути відповідності ОЗіБП вимогам ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) можна як шляхом самооцінки і самодекларації, так і підтвердженням зовнішньою стороною чи сертифікацією зовнішньою організацією.

Отже, методичні підходи до завчасного керування ризиками охорони здоров'я і безпеки праці, запропоновані у ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» хоча і мають рекомендаційний характер для підприємств, але є дієвим механізмом для переходу на випереджувальні заходи щодо підвищення ефективності роботи та економічних показників. Таким чином покращиться культура виробництва, професійна безпека, зменшиться ризик виникнення аварійних ситуацій що вплине на скорочення невиробничих затрат та імідж підприємства харчової промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань за 2022 рік. Фонд соціального страхування України. URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/985104> (дата звернення: 23.02.2023)
2. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2008, IDT) ДСТУ OHSAS 18002:2015. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015.
3. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування: ДСТУ ISO 45001:2019. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.

ДО ПИТАННЯ НЕЩАСНОГО ВИПАДКУ НА ВИРОБНИЦТВІ ЯК ПІДСТАВИ ДЛЯ ВІДШКОДУВАННЯ МОРАЛЬНОЇ ШКОДИ ПРАЦІВНИКУ

Панченко О.І., к.ю.н., с.д.

Національна академія внутрішніх справ

Право на належні, безпечні і здорові умови праці реалізується через охорону праці як систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Втім, наразі українська економіка зазнає значних збитків через виробничий травматизм та професійні захворювання, адже бажання роботодавців заощадити на якісному обладнанні, вчасному і належному обслуговуванні устаткування, комунальних послугах чи впровадженню сучасних технологій на виробництві, призводить до отримання травм та втрати здоров'я, а інколи – й життя їх працівників, що дуже негативно позначається на продуктивності праці в цілому. Дійсно, За 11 місяців 2021 року (до початку повномасштабної війни в Україні) через організаційні причини сталося 255 (понад 74 %) смертельних нещасних випадків. На другому місці – 47 випадків через психофізичні, техногенні, природні, екологічні та соціальні причини (13,7 %). На третьому — технічні причини (42 випадки, 12,2 %) [1].

Відповідно до резолюції МОП «Про статистику виробничого травматизму», «нешасний випадок на виробництві – це несподівана та незапланована подія, включаючи дії умисного, насильницького характеру, яка виникає внаслідок трудової або пов'язаної з нею діяльності, що призводить до травмування, хвороби або смерті» [2].

Визначення цієї концепції міститься й в українських нормативно-правових актах, зокрема, у ч. 1 ст. 1 Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», де під нещасним випадком розуміється обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактору чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, унаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть [4].

На основі цих визначень пропонуємо й авторський підхід до цієї дефініції. Так, нещасний випадок на виробництві – це непередбачувана подія, яка може статися на території підприємства (установи, організації) або поза нею під час виконання працівником своїх трудових обов'язків, та призводить до заподіяння йому фізичної та/або моральної шкоди або смерті.

Наголосимо, що в Україні виконуються вимоги Конвенції 155 МОП «Конвенція про безпеку та гігієну праці та виробниче середовище» (пункти с) і d) статті 11) щодо: повідомлень про нещасні випадки на виробництві та професійні захворювання, подання щорічних статистичних даних про нещасні випадки на виробництві та професійні захворювання, проведення розслідувань нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань [5].

Тож у разі настання нещасного випадку на виробництві роботодавець зобов'язаний повідомити територіальний орган Державної служби України з питань праці, який надалі провадить свою діяльність згідно з Порядком розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України 17 квітня 2019 року № 337 «Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві».

Нещасний випадок є підставою для компенсації моральної шкоди, яка, згідно положень ст. 237-1 КЗпП України відшкодовується роботодавцем у разі, якщо порушення законних прав працівника призвели до моральних страждань, втрати нормальних життєвих зв'язків і вимагають від нього додаткових зусиль для організації свого життя [7].

Як бачимо з положень цієї статті, відшкодування моральної шкоди працівникові можливо за наявності певних, передбачених законодавством, умов, які є загальними для настання відповідальності в усіх випадках заподіяння моральної шкоди: 1) факт заподіяння (наявність) моральної шкоди. До такого факту належить будь-яке суб'єктивне право, яке виникло на підставі закону, підзаконного акта, угоди, трудового договору, іншої угоди між сторонами трудових правовідносин і має чинність; 2) протиправність дій роботодавця, яка має місце у випадку невиконання ним своїх обов'язків щодо забезпечення законних трудових прав працівника, або у їх порушенні; 3) наявність причинного зв'язку між протиправним діянням роботодавця і заподіяною працівнику моральною шкодою, тобто невиконання власником своїх обов'язків щодо забезпечення законних трудових прав працівника або їх порушення мало своїм наслідком завдання моральної шкоди останньому; 4) вина роботодавця – психічне ставлення роботодавця до порушення законних прав працівника та його наслідків. Наголосимо, що всі ці обставини мають бути належним чином доведені, що підтверджується й матеріалами відповідної судової практики. Наголосимо, що ці обставини мають бути належним чином доведені; однієї заяви на підставі змісту ст. 237-1 КЗпП України не достатньо для стягнення з власника моральної шкоди, що підтверджується й матеріалами відповідної судової практики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Служба охорони праці. Статистика виробничого травматизму на кінець 2021 року. URL: <https://pro-op.com.ua/news/3377-statistika-virobnichogo-travmatizmu-na-knets-2021-roku>
2. Resolution concerning statistics of occupational injuries (resulting from occupational accidents), adopted by the Sixteenth International Conference of Labour Statisticians (October 1998). URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/--stat/documents/normativeinstrument/wcms_087528.pdf
3. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування : Закон України від 23.09.1999 р. № 1105-XIV. Відомості Верховної Ради України. 1999. № 46-47. Ст. 403.
4. C155 - Occupational Safety and Health Convention, 1981 (No. 155). URL: https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:55:0::NO::P55_TYPE,P55_LANG,P55_DOCUMENT,P55_NODE:CON,en,C155,/Document
5. Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 р. № 337. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-2019-p>
6. Кодекс законів про працю України : Закон України від 10.12.1971 № 322-VIII. Відомості Верховної Ради України. 1971. Додаток до № 50. Ст. 375.

КОМПЛЕКСНА ТЕХНІКО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ЦЕМЕНТУ

*Петрушка І.М.¹, д.т.н., професор, Лацик Н.В.¹, аспірантка,
Кулик М.П.², к.т.н., с.н.с.*

¹Національний університет «Львівська політехніка»,

²ТОВ «Євроекоскоп», м. Львів

Найактивніші галузі промисловості визначають ефективність функціонування всієї системи господарювання країни, що є справедливим також для і для України. До числа таких галузей слід віднести будівельну галузь, в основі якої лежить виробництво різних сортів цементу.

Для України актуальність такого твердження зростає в рази через агресію російської федерації, яка знищує не тільки військові об'єкти та об'єкти господарювання в цілому, а також підприємства критичної інфраструктури і житловий сектор.

Успішне відновлення вказаних об'єктів неможливе без ефективного та екологічно безпечного цементного виробництва. В цьому випадку темпи та якість перебудови визначатиметься виробництвом портландцементу, як основного виду в'язучих матеріалів.

Україна володіє різноманітними родовищами сировини, яка при певних співвідношеннях [1] силікатів, алюмінатів, алюмоферитів і глини, після випалювання зможе забезпечити необхідну якість кінцевого продукту. На властивості цементу впливають також MgO, SO₃, оксиди лужних металів K₂O і Na₂O, двоокис титану TiO₂, фосфорний ангідрид P₂O₅, а також окис марганцю MnO₂.

Виробниками цементу в Україні є декілька компаній повного циклу(від видобутку сировини до помелу портландцементного клінкеру, а також пакування та реалізація): ПАТ «Івано-Франківськцемент», ПАТ «Дікергофф-Цемент Україна» (Здолбунівський та Ольшанський цементні заводи), ПАТ «Подільський цемент», ПАТ «Миколаївцемент», ПАТ «Кривий Ріг Цемент» [2]. Переважна більшість виробників цементу в Україні входять в асоціацію CRH виробників цементу (міжнародна група компаній галузі будівельних матеріалів), що виробляють та поставляють їх широкий асортимент, в тому числі і цемент [3].

Україна виділяється унікальною власною сировиною, що робить ці підприємства незалежними від постачальників і таким чином добре контрольованими, а цемент є тим видом продукції, що може вироблятися в межах країни та забезпечувати внутрішній ринок продукцією власного виробництва. Окрім того, цемент власного виробництва може стати важливим джерелом валютних надходжень до державного бюджету.

Собівартість цементу складається із типових складових, основним та переважаючим складають енергоносії (більше половини), слід також акцентувати увагу на те, що цементне виробництво досить сильно змінює екологічну ситуацію в зоні розташування промислового майданчика.

В літературі [4, 5] описані два способи отримання цементу – сухий та мокрий, але на практиці використовують різні варіанти їх поєднання з врахуванням основних положень [6] теорії цементу. Вибір технології залежить, переважно, від вмісту вологи у сировині, методів видобутку та способів її доставки до промислового майданчика. Іншим важливим фактором при виборі способу випалювання є ціна на енергоносії, а також можливість використання альтернативних видів палива.

Сухий спосіб виробництва портландцементного клінкеру використовується при низькій вологості вхідної сировини (до 20–25 %). При цьому витрата теплоти складає на одиницю ваги клінкеру 3100–4000 кДж/кг, що є вагомою перевагою вказаного способу. Такий спосіб є екологічно безпечніший, не дивлячись на запиленість газових потоків, оскільки в технологічних схемах передбачені пиловловлюючі пристрої.

Випалювання реакційної суміші, або шихти, проводять в обертових печах за мокрим або сухим способом. При мокрому способі сировина поступає в похилу піч у вигляді напіврідкої маси (шламу) в якій вміст води не перевищує 50 % від загальної маси, а оптимальне співвідношення повинно лежати в діапазоні 36–42 %.

Вибір технології головним чином залежить від вмісту вологи в сировині та від ціни на енергоносії. При мокрому способі споживається більше енергії на одиницю продукції в порівнянні із сухим, оскільки необхідно випаровувати більше вологи у печах. Традиційна виробнича лінія мокрого способу має питоме споживання на тонну клінкеру енергії у межах 6 000–6 500 МДж, тоді як у сучасній сухій технології таке споживання знижується більш ніж у два рази.

Інколи, враховуючи переваги та недоліки сухого та мокрого способів доцільно застосовувати їх поєднання, яке називають комбінованим способом. При ньому підготовка сировинної шихти ведуть за мокрим способом, а всі інші типові технологічні операції, включаючи випалювання портландцементного клінкеру проводять відповідно за сухим способом. Детальний аналіз переваг і недоліків всіх способів, включно із комбінованим, проведений авторами роботи [7], а оцінка екологічних ризиків цементного виробництва приведена в роботі [8].

В хімічній технології, як і в будь-якій іншій сфері діяльності немає стабільності в тому розумінні, що завжди існує можливість подальшого вдосконалення. Так у даному випадку авторський колектив презентації [9] запропонував модифікувати комбінований спосіб виробництва цементу, розбиваючи його ще на два самостійних способи - напівмокрый та напівсухий.

Таким чином, при мокрому способі сировина подрібнюється у воді та подається у довгу піч, але може попередньо висушуватися. У напівмокрому способі шлам висушують у фільтр-прессах, отриманий пиріг пресують у гранули і подають в теплообмінник із рухомою колосниковою решіткою, або в теплообмінник з кальцинатором. А напівсухий спосіб полягає в тому, що сухий помелений матеріал змішується з водою до утворення грудок, які підсушують і частково кальцинують у решітчастому теплообміннику, або, як рідкісний випадок сушать у довгій печі

ЛІТЕРАТУРА

1. Chatterjee A.K. Chemico-Mineralogy Characteristics of Raw Materials. Adv. Cem. Technol.: Crit. Rev. and Stud., 1983. P. 38–53.
2. URL: <https://ukrstroy.net/articles/a965.htm>
3. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
4. Алексеев Б. В. Технология производства цемента. М.: Изд. «Высшая школа», 1980. 266 с.
5. Таймасов Б. Т. Технология производства цемента: учеб. пособ. Шымкент: Изд. ЮКГУ, 2003. 297с.
6. Теория цемента: под. ред. А. А. Пашенко. К.: Будівельник, 1991. 166 с.
7. Савицька І. О., Грицюк Ю. І. Еколого-економічні переваги виготовлення цементу сухим способом порівняно з мокрим. Науковий вісник НЛТУ України, 2013. Вип. 23(15). С. 71–79.
8. Ковалів Л. М. Екологічні ризики у цементному виробництві. Науковий вісник НЛТУ України, 2014. Вип. 24(1). С. 113–118.
9. Нетехнічний підсумковий звіт «Завод ВАТ» Миколаївцемент «(Україна) за сухим способом виробництва» фірми LAFARGE, 2011р. 28 с.

**ЗАГРОЗА ЕВТРОФУВАННЯ ВОДОЙМИ ВНАСЛІДОК СКИДАННЯ
СТІЧНИХ ВОД***Проскурнін О.А.¹, д.т.н, с.н.с.,**Цанко Н.С.¹, к.т.н., доцент,**Василенко С.Л.², д.т.н.*¹НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»,²КП «Харківводоканал»

Проблема антропогенного забруднення водних об'єктів (ВО), зокрема, водойм, стоїть гостро у всіх економічно розвинених країнах. Одним із можливих наслідків забруднення водойм є їх евтрофування внаслідок надходження до них біогенних елементів (передусім, фосфатів та азотовмісних речовин) зі стічними водами комунальних, промислових та сільськогосподарських підприємств. Згідно як з європейським законодавством, так і з українським, для підприємств-водокористувачів розробляються та затверджуються нормативи водовідведення – гранично допустимі скидання (ГДС) забруднюючих речовин, що надходять до ВО зі стічними водами (СВ). Метою встановлення даних нормативів є збереження та відновлення водних ресурсів через недопущення забрудненості природної води вище допустимого рівня. Однак висновок про допустиму забрудненість водойм робиться виходячи з хімічного складу води за санітарними показниками. А проведення аналізу загрози початку процесу евтрофування водоприймача СВ існуюча методологія встановлення ГДС речовин не передбачає.

Критичний вміст біогенних речовин у водоймі, при якому виникає загроза евтрофування, є властивістю конкретної водойми. Для його визначення розроблені різні математичні моделі. Однак подібні моделі включають велику кількість параметрів, ідентифікація яких являє собою складний наукомісткий процес. Як спрощення, для вирішення цього завдання можна скористатися довідковою інформацією.

Бачиться доцільним загрозу евтрофування визначати виходячи з ймовірності перевищення у воді величини $C_{кр}$ – критичних концентрацій біогенних речовин. У цьому випадку концентрації речовин у СВ та фонові концентрації розглядаються як випадкові величини. Концентрація речовини в контрольній точці (КТ), як комбінація випадкових величин, також буде випадковою величиною.

При ігноруванні процесів самоочищення природної води (що виправдано при нормуванні скидання забруднюючих речовин не за басейновим принципом) концентрація речовини в КТ визначається за формулою:

$$y = \frac{(C - F)}{n} + F. \quad (1)$$

де y – концентрація речовини у КТ, віддаленої на відстані 500 м від випуску; n – кратність розбавлення СВ водою ВО в КТ; F – фонові забрудненість води водоприймача; C – концентрація речовини у СВ, що визначається як середня за результатами спостережень.

Тому для визначення ймовірності перевищення у КТ величини $C_{кр}$ необхідно побудувати функцію ймовірнісного розподілу величини y .

Як спрощення, передбачається, що ймовірнісний розподіл концентрацій речовин у воді підпорядкований нормальному закону. Виправданість цього припущення базується на центральній граничній теоремі, а також на тому факті, що на

вміст забруднюючих речовин у СВ та на фонову забрудненість водоприймача впливає велика кількість приблизно рівноважних факторів. Також для побудови функції розподілу величини буде використане наступне правило: сума двох нормально розподілених випадкових величин є також нормально розподілена випадкова величина, математичне очікування та дисперсія якої є сума відповідних параметрів величин.

Запишемо (1) у вигляді комбінації двох випадкових величин:

$$y = \frac{C}{n} + F \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{C}{n} + F \cdot \frac{n-1}{n}. \quad (2)$$

Таким чином математичне очікування концентрації речовини в КТ і середньоквадратичне відхилення дорівнюють відповідно:

$$\langle y \rangle = \frac{1}{n} \cdot \langle C \rangle + \frac{n-1}{n} \cdot \langle F \rangle, \quad (3)$$

та

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n^2} \cdot \sigma_C^2 + \left(\frac{n-1}{n}\right)^2 \cdot \sigma_F^2}, \quad (4)$$

де $\langle \rangle$ – позначення математичного очікування.

А ймовірність неперевіщення критичного значення концентрації речовини в контрольній точці дорівнює

$$P(y \leq C_{кр}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_y} \cdot \int_{-\infty}^{C_{кр}} \exp\left(-\frac{(t - \langle y \rangle)^2}{2\sigma_y^2}\right) dt \quad (5)$$

Розрахунок по формулі (5) слід проводити для кожній біогенній речовини. Якщо розрахункова ймовірність перевищує деяку допустиму величину (оцінка якої знаходиться в компетенції гідробіологів), то вважається, що має місце загроза евтрофування.

В загальному випадку для забезпечення екологічної безпеки скидання СВ у водоймища необхідно:

1) удосконалити методику розрахунку ГДС у плані визначення допустимого складу СВ, при якому загроза початку процесу евтрофування у водоприймачі буде мінімальною;

2) для водойм, що використовуються як джерело питного водопостачання, за наявності фінансових ресурсів методом математичного моделювання визначити критичні концентрації біогенних речовин, при яких можливе евтрофування.

Слід зазначити, що хоча запропонований імовірнісний механізм аналізу впливу скидання СВ на екологічний стан водоприймача в розглянутому аспекті схожий з механізмом оцінки екологічного ризику, однак таким не є. Для оцінки ризику евтрофування, виходячи зі складу СВ, що скидаються, необхідно визначити ймовірність евтрофування при перевищенні критичних значень концентрацій біогенних речовин, що є предметом подальших досліджень в даному напрямку.

УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

*Сидоренко В.Л., д.т.н., доцент,
Пруський А.В., д.т.н., доцент,
Єременко С.А., д.т.н., професор,
Тищенко В.А., к.н. держ.упр., доцент*

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Відсутність загальноприйнятих методик за допомогою яких можна кількісно оцінити ризик травматизму на виробництві, нині зумовлює необхідність проведення відповідних теоретичних та експериментальних досліджень. Оскільки управління охороною праці здійснюється шляхом планування та проведення профілактичних заходів, потрібне наукове обґрунтування їх пріоритетності їх.

Ці дні супроводжуються суттєвими змінами в соціально-економічній організації суспільного життя, що сприяють становленню ринку та ринкових відносин, стрімкому прогресу промисловості та появі нових ризиків у сфері праці. Перехід до активного впровадження ризик-орієнтованого підходу визначено Концепцією реформування системи управління охороною праці в Україні.

Сучасні принципи та методи оцінки ризиків значною мірою складають основу вдосконалення управління охороною праці. Вони сприяли досягненню певних успіхів, пов'язаних як з теоретичними дослідженнями, так і з практичним застосуванням моделей і методів управління. Проте, як показує практика, вибір і раціональне застосування методу оцінки професійного ризику (далі – ПР) потребує розробки додаткової методики (алгоритму) її практичної реалізації, а також опису методів обробки даних у процесі планування діяльності для умов виробництва.

Традиційно під час розробки заходів щодо зниження рівня виробничої захворюваності та виробничого травматизму використовуються результати аналізу причин, видів подій та інших чинників, що призвели до нещасних випадків. Але такий підхід, як неодноразово зазначалося в наукових працях і публікаціях, не відповідає сучасним вимогам. Водночас підхід до планування заходів на основі оцінки ПР підтверджує свою ефективність для підприємств різних галузей, насамперед, найважливіших для економіки України (видобуток корисних копалин, виробництво машин та устаткування, металургійне виробництво, переробна промисловість тощо), а також для окремих професій, зокрема, водіїв транспортних засобів. Методи оцінки ризиків описані в достатньо детально в міжнародному стандарті ІЕС 31010:2019 «Управління ризиками – методи оцінки ризиків» та інших стандартах, наприклад [1]. Тому підвищення безпеки працівників шляхом усунення нещасних випадків передбачає оцінку ризику. Для неприйнятної та високого рівня ризику необхідно терміново запровадити заходи щодо усунення або мінімізації ймовірності реалізації небезпеки, встановлюючи пріоритет тяжкості наслідків. Для середнього рівня ризику приймається рішення про доцільність впровадження заходів щодо мінімізації або усунення ризику з урахуванням співвідношення витрат і вигод. Прийнятний ризик не вимагає застосування заходів для його зниження, але існує потреба в постійному моніторингу, щоб мати можливість управляти ризиком.

Підприємства повинні мати процедури визначення існуючих небезпек і оцінки ПР, що використовуються при плануванні та здійсненні необхідних профілактичних заходів. Методи і способи виявлення та оцінки ризиків необхідно вибирати з

урахуванням особливостей робочого місця, при цьому повинні враховуватися всі види робіт і всі чинники небезпеки.

Встановлено, що традиційно планування заходів з охорони праці базується на оцінці рівнів виробничих чинників (далі – ВЧ) і у разі виявлення перевищення фактичного значення над нормативним відповідний захід включається до плану заходів (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм управління ПР.

Тобто забезпечується виконання блоків 1–6 алгоритму. Недоліки такого підходу є свідомою нестача коштів для реалізації всіх заходів, тому можлива ситуація, коли менш значущий захід планується та реалізується на шкоду більш значущому. Удосконаленням зазначеного алгоритму порівняно з традиційними є додавання блоку «Оцінка ризику» (2.1–2.3), реалізація якого дозволяє не тільки «фільтрувати» види діяльності, що не впливають або незначно впливають на ризик, але й ранжувати багато видів діяльності за критерієм зменшення їх значущості з точки зору мінімізації ризиків на робочому місці.

На практиці перелік заходів виявляється досить великим, а його повне виконання неможливе через обмеженість фінансових, матеріальних, людських ресурсів. Завдання, що стоїть перед керівником, тобто особою, яка приймає рішення, полягає в обґрунтуванні ранжування заходів у порядку зменшення їх «важливості» з точки зору поліпшення стану охорони праці. В якості критерію «важливості» можна використовувати критерій ПР, розрахований за модернізованою методикою Елмері, в якій застосовується диференційований облік кожного ВЧ за ступенем його впливу на ПР.

ЛІТЕРАТУРА

1. ISO. Risk Management – Principles and guidelines on implementation ISO 31000:2018. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/65694.html>

АНАЛІЗ СТАНУ БЕЗПЕКИ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ СЛЮСАРА-РЕМОНТНИКА МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Ткаченко В.А.,

Цимбал Б.М., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Загальні вимоги безпеки. Слюсарем – ремонтником може бути особа, яка досягла повноліття, пройшла навчання за професійною підготовкою та має дозвіл медичного працівника, а також пройшла інструктаж з питань пожежної охорони.

Обов'язки слюсара-ремонтника: уважно виконувати роботу, не відволікатись та не відволікати інших працівників; виконувати роботу яка була наказана; знати правила експлуатації обладнання, з яким він працює; працювати на справному обладнанні; дотримуватися правил, які прописані керівництвом; дотримуватися правил з охорони праці, під час роботи [1].

Небезпечними факторами при його роботі є: незакріплені частини виробничого обладнання; гострі кромки необроблених матеріалів (заготовок) які потребують подальшої обробки; перебої з напругою та втомленість.

Шкідливі фактори: запиленість робочої зони; високі перепади в температури; підвищений рівень шуму та недостатнє освітлення робочої зони.

До чого можуть призвести шкідливі та небезпечні фактори на робочому місці:

- незакріплені інструменти на робочому місці, під час роботи можуть відволікати робітника;
- при контакті з гострими кромками необроблених матеріалів (заготовок), які потребують подальшої обробки, можуть призвести до порізів або ампутації кінцівок;
- підчас пересування до робочого місця, із за відкритих частин заготовок можна отримати травму.
- за недостатньої напруги, устаткування за яким працює працівник воно може починати нагріватися, а якщо напруга буде висока, то може трапитися замикання;
- під час тривалої монотонної праці працівник буде втомлюватися, і втрачати пильність, що може призвести до неконтрольованих рухів, і травм;
- запиленість робочої зони призводить до прискореного дихання та подальших проблем з легенями;
- у зв'язку з високої та низькою температурою робочої зони буде знижуватись продуктивність праці;
- підвищений рівень шуму призводить до втрати слуху та здійснює навантаження на нервову систему, працівник може відволіктись та отримати травму.
- недостатнє освітлення робочої зони; швидке стомлення очей та зменшення продуктивності працівника.

Слюсареві забороняється: допускати до робочої зони сторонню особу, вживати їжу безпосередньо на робочому місці, починати роботу за верстакми машинами до яких немає дозволу, палити на робочому місці, торкатися оголених електричних проводів, кабелів електроустановок, до яких немає дозволу.

Обов'язки слюсара-ремонтника: приступати до роботи лише зі справними інструментами та обладнанням, дотримуватися правил особистої гігієни, правил внутрішньо трудового розпорядку, трудової дисципліни, вимог інструкцій з безпечної експлуатації обладнання підприємства та інструкцій з охорони праці для конкретних видів робі.

В свою чергу керівник зобов'язаний: вдосконалити обладнання, щоб зменшити шум від них, вдосконалювати організацію охорони праці на виробництві, організувати логічне розміщення на території готові вироби [2].

Заходи з охорони праці: всі робочі верстаки повинні бути закріплені, для забезпечення безпечного робочого процесу; готові деталі, які потребують подальшої обробки повинні бути розміщені по території заводу так, щоб не заважало проходу робочому персоналу; вдосконалювати електроприлади для того, щоб знизити ризик замикання та зменшити ризик людського фактору; переглянути графік відпочинку, працездатність не падала на протязі всієї зміни; забезпечити робочу зону захисними екранами, щоб зменшити температуру, яка відходить від готових заготовок, які пройшли вилівку з форми; надати працівникові шумопоглинальні навушники, для більшої концентрації на робочому процесі та не нашкодити слуху працівника; встановити над робочим місцем додаткове освітлення у вигляді звичайних ліхтарів, щоб не погіршити зір працівника в довгостроковій перспективі.

Залежно від характеру та виду роботи забезпечувати робітників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), а саме: наколінниками, протишумовими навушники, спеціальним одягом зі світло відбивними стрічками, спеціальним взуття тощо [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Загальні вимоги безпеки. Слюсарем – ремонтника металургійної промисловості. URL: <https://mediapro.ua/product/okhorona-pratsi-i-pozhezhna-bezpeka>
2. Небезпечні факторами при роботі, шкідливі фактори, заборони, обов'язки, обов'язки керівника. URL: <https://oppb.com.ua/articles/klasifikaciya-nebezpechnyh-i-shkidlyvyh-vyrobnychuh-faktoriv>
3. Заходи для усунення шкідливих небезпечних факторів. URL: <https://oppb.com.ua/news/osnovni-vymogy-z-ohorony-praci-dlya-slyusarya-remontnyka>

ПРОФЕСІЙНИЙ СТРЕС ТА ПРОФЕСІЙНЕ ВИГОРАННЯ ЯК ФАКТОРИ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Чеберячко С.І.¹, д.т.н., професор,

Шароватова О.П.², к.п.н., доцент

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,

²Національний університет цивільного захисту України

В умовах нестабільного сьогодення з прямими загрозами життю, адаптуючись до життєво важливих ситуацій, українці зазнають значного стресу. Постійне переживання людиною життєвих ситуацій, як стресових, перетворює ситуативні стреси на хронічні. Тривала напруженість, очікування можливих проблем не є нормою для організму людини і вкрай негативно позначається на його здоров'ї, підвищуючи ризик і провокуючи виникнення низки захворювань.

До стресогенних факторів повсякдення додаються і особливості професійної діяльності, яка у сучасному суспільстві носить також напружений характер.

Найпоширенішими причинами виникнення професійного стресу переважно є: конфлікти з колегами або керівником; невизначеність, висока ймовірність скорочень, повної або часткової втрати роботи; нечіткий розподіл професійних обов'язків, недостатня поінформованість співробітників про обсяги, якість і терміни виконання роботи, необхідність виконати завдання «на вчора»; невизначений графік роботи, складності у плануванні особистого часу; низька заробітна плата, необхідність тимчасово або постійно виконувати понаднормові обов'язки без додаткової оплати праці; нездоровий психологічний клімат у колективі, несформованість корпоративної культури підприємства або її формальність; несправедливість і непрозорість розподілу соціальних пакетів та бонусів; незадовільні умови праці (дискомфортний температурний режим, старі й незручні меблі та оргтехніка, гнітюча обстановка в цілому) [1].

В умовах трудової діяльності під впливом несприятливих емоційних факторів професійний стрес являє собою низку специфічних психологічних і фізіологічних реакцій людини, серед яких: висока втомлюваність; безпричинні головні болі і запаморочення; підвищена пітливість; тремор рук, озноб, нудота; загальне погіршення самопочуття, а також підвищена безпричинна тривожність; постійно пригнічений настрій, меланхолія; часті прояви роздратування й емоційні «зриви» по відношенню до близьких людей і конфлікти з ними з незначних причин; стійке роздратування та інші негативні емоції щодо життя в цілому; відчуття бігу по замкненому колу; втрата сенсу життя; замкнутість, прагнення побути наодинці із собою, небажання спілкуватися з людьми; неухважність, зниження концентрації уваги; забування як другорядних, так і важливих, але суб'єктивно неприємних справ; суб'єктивне відчуття власної загальмованості, виникнення нав'язливих ідей; втрата привабливості колишніх хобі і захоплень тощо.

Як результат хронічного професійного стресу у людини розвивається синдром професійного вигорання - складний психофізіологічний стан, який являє собою інтелектуальне й фізичне виснаження, пов'язане зі значним емоційним навантаженням на роботі. Основними проявами цього стають: втрата здатності бачити позитивні результати своєї роботи, розчарування в ній; поява на фоні успішної професійної діяльності стійкого відчуття, що людина займається не своєю справою; неможливість знайти творчі рішення професійних завдань; зникнення гостроти емоцій і переживань; нестача енергії й ентузіазму; дратівливість, часті конфлікти; зниження апетиту або,

навпаки, переїдання, особливо вночі, тощо [1].

На жаль, уникнути стресів у професійній діяльності неможливо, проте можна звести до мінімуму їх негативний вплив на життя та здоров'я. Слід оцінювати свої можливості і не брати зайвого - обов'язків і відповідальності. Невиконання завдань підірве авторитет, викличе переживання, пов'язані із неспроможністю. Щоб протистояти стресові, необхідно відпочивати, не займатися робочими справами вдома. Присвячувати вільний час сім'ї та улюбленому заняттю. Трудові обов'язки повинні закінчуватися разом із завершенням робочого дня.

Щоб знизити гостроту синдрому професійного вигорання психологи і дослідники-медики також радять бути уважними до себе і дбати про себе, не ігнорувати явну втому й захворювання; позитивно ставитись до себе і власних професійних досягнень; обирати роботу і завдання, які подобаються; не шукати в роботі порятунку від невдач в особистому житті; не жити життям інших людей, регулярно допомагаючи колегам робити частину їхньої роботи; емоційно насичені і конфліктні події професійної діяльності оцінювати з позицій логіки, а не емоцій.

У складному і ризиковому житті сучасної людини професійні конфлікти і професійне вигорання стали частиною трудового повсякдення. Однак своєчасна самодіагностика таких станів, уважне ставлення до власного психоемоційного благополуччя й вироблення індивідуальних, найбільш ефективних способів боротьби зі стресами дозволять їх ефективно подолати й спрямувати життєву енергію на вирішення найбільш важливих цілей і завдань.

Отже, найдієвішими шансами пережити важкі часи в діяльності секторів економіки виступають увага і турбота про персонал, ефективне управління яким розглядається як інструмент боротьби із втратами. Персонал – основний ресурс організації й неефективне його застосування, поряд із такими видами ресурсів, як інфраструктура і виробниче середовище, зумовлює неефективність підприємства. Відтак, в інтересах роботодавця – створювати комфортні соціально-психологічні умови на робочих місцях.

Показники і критерії, пов'язані із психоемоційними складовими, входять до методик, які використовуються для якісної оцінки та кількісного розрахунку ризиків, що є ефективним інструментом у їх профілактиці.

Фахівці і дослідники психології стресу серед найефективніших стратегій і технік у діяльності підприємств, що можуть запобігти і зменшити ризик його виникнення, виокремлюють наступні: організація для керівників і персоналу різних спеціалізованих тренінгів, зосереджених на розпізнаванні симптомів професійного стресу і їх подоланні; розробка програми психосоціальної підтримки співробітників, включаючи консультації щодо запобігання та лікування пов'язаних зі стресом порушень здоров'я; надання можливості гнучкішого графіка роботи; проведення семінарів з управління конфліктами і розвитку навичок міжособистісного спілкування; забезпечення відкритості каналів комунікації між вищим рівнем менеджменту та іншою частиною організації; проведення внутрішніх заходів, спрямованих на підвищення привабливості роботи в організації; оптимізація системи мотивації та стимулювання персоналу, в тому числі планування професійного зростання та персональної кар'єри [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Грінцова О. Стрес як наслідок прогресу. Охорона праці. 2016. С. 4–16.
2. Самолук Н. М. Професійні стреси: причини та методи запобігання. Соціально-трудові відносини: теорія та практика. 2016. № 1. С. 165–175.

ПСИХОСОЦІАЛЬНА ПІДТРИМКА НА РОБОЧОМУ МІСЦІ ЯК НАГАЛЬНА ПОТРЕБА СУЧАСНОСТІ

Шароватова О.П., к.п.н., доцент,

Біляк А.О.

Національний університет цивільного захисту України

Проблеми психологічного характеру у працівників позначаються на продуктивності праці, на сталості бізнесу і врешті решт призводять до втрат для роботодавців. Втрати спричиняються абсентеїзмом (байдужим ставленням до виконання своїх обов'язків), презентеїзмом (втратою продуктивності праці) тощо та зумовлюють підвищений ризик нещасних випадків на роботі. Саме тому система психосоціальної підтримки виступає невід'ємною складовою безпеки та здоров'я на роботі.

Ментальне здоров'я так само важливе, як і фізичне. У період воєнних дій психосоціальна підтримка працівників стає особливо важливою, у повоєнні часи потреба в ній також зростає. Ментальне здоров'я, як складова загального здоров'я людини, в умовах війни й у післявоєнний час постає основним фокусом уваги в підтримці працездатного населення, а також стійкості і продуктивності підприємств.

Відтак, задля підтримки сталості бізнесу, турботи про безпеку і здоров'я працівників необхідно формувати цілісну систему психосоціальної підтримки на основі тристоронньої співпраці уряду, роботодавців та профспілок. Для того, щоб психосоціальна підтримка населення, що працює, була не фрагментарна й реактивна, а носила профілактичний характер і відбувалася на постійній основі, потрібна відповідна система дій: політика і програма заходів у межах цієї політики. Її запровадження одночасно підсилить значення та відкриє шлях до профілактики інших психосоціальних ризиків у сфері праці [1].

Психологічно здорові працівники – ознака здорового робочого середовища. Коли навчання навичкам психологічного відновлення та управління стресом вбудовані в організаційну культуру робочого місця, працівники відчувають, що їх цінують і підтримують, а це відповідно впливає на підвищення рівня їхньої психологічної стійкості та продуктивності в умовах навіть надзвичайної кризи.

Саме тому потрібна відповідна система дій, спрямована на підтримку ресурсного стану працівників та профілактику психічних розладів. На сьогодні переважна частина підприємств не мають постійно діючих програм психосоціальної підтримки співробітників. Як правило, заходи носять фрагментарний (ситуативний) і реактивний характер замість регулярних профілактичних заходів у межах визначеної політики підприємства.

Акцент же на пріоритетному значенні ментального добробуту працівників відкриє шлях до оцінювання інших психосоціальних ризиків, їх профілактики та мінімізації. При цьому інформаційно-консультаційна функція інспекції праці в даному питанні набуває профілактичної, а не контролюючої мети, і є важливою для заохочення роботодавців до розробки і впровадження політики й програми психосоціальної підтримки на робочому місці.

Для реалізації цієї функції представники інспекції праці мають:

- розуміти зміст поняття «психосоціальна підтримка на робочому місці» та її значення для людини та бізнесу;
- вміти визначати ключові елементи програми психосоціальної підтримки на робочому місці, їх мету та зміст;

- знати, що означають профілактичні інтервенції на робочому місці, вміти визначати відповідні заходи з урахуванням наслідків війни;
- надавати відгуки та мати спільні напрацювання до проекту пакета інформаційних матеріалів для інспекторів праці, роботодавців та профспілок «Психосоціальна підтримка на робочому місці у воєнний та післявоєнний час»;
- визначати ключові кроки планування, проведення та оцінювання результатів адвокаційної кампанії щодо програм психосоціальної підтримки на робочому місці;
- здійснювати аналіз імовірних бар'єрів щодо розроблення та впровадження програм та розуміти шляхи для їх подолання;
- бути знайомими з прикладами хороших практик у сфері психосоціальної підтримки на робочому місці [1].

На сьогодні, на жаль, на робочих місцях переважної кількості об'єктів поки що відсутні ключові елементи програми психосоціальної підтримки, а саме:

- письмова політика щодо психосоціальної підтримки – формалізований документ (або коротка заява про прихильність) як гарантія для кожного працівника на підприємстві, що його психосоціальний стан є в пріоритеті на цьому підприємстві;
- програма надання першої психологічної допомоги;
- оцінювання емоційного стану співробітників;
- підтримка вразливих груп працівників (соціальна підтримка ВПО);
- програма адаптації працівників, які повертаються на роботу після лікарняного;
- регулярні тренінги та інші заходи з розвитку навичок підтримки ментального здоров'я, тренінги з безпеки, зокрема, як поводити себе під час хімічної атаки або під час обстрілів тощо;
- можливість безоплатно проходити сеанси психологічної допомоги (на деяких підприємствах є психологи, які консультують працівників, але не всі співробітники можуть охоче звертатись по допомогу).

Результати уже проведених тренінгів, що реалізуються Міжнародною організацією праці у межах Проекту «На шляху до безпечної, здорової та задекларованої праці в Україні», показують, наскільки важливим є навчання працівників будь-якої галузі навичкам надання першої психологічної допомоги на робочому місці. Це також має стати невід'ємною частиною політики і програми психосоціальної підтримки співробітників.

Отже, передумовою для розроблення та впровадження програми психосоціальної підтримки на робочому місці стає наявність трьох ключових факторів:

- наявність лідера – координатора Програми на підприємстві;
- визначення можливих заходів і термінів їх виконання;
- форма політики й програми психосоціальної підтримки залежно від умов і можливостей підприємства, з огляду на наслідки війни [1].

ЛІТЕРАТУРА

1. Психосоціальна підтримка на робочому місці у воєнний і післявоєнний час.
URL: https://www.ilo.org/budapest/what-we-do/projects/declared-work-ukraine/WCMS_856122/lang--uk/index.htm

ГЕНДЕРНІ ОСНОВИ БЕЗПЕКИ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В КОНТЕКСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-ЕКОЛОГІВ

Шароватова О.П., к.п.н., доцент,

Морозов А.І., к.т.н., доцент

Національний університет цивільного захисту України

Сучасний заклад вищої освіти – це спільнота, яка формує високоосвічену, національно свідому, чесну, небайдужу, творчу особистість, здатну незалежно мислити і професійно діяти згідно з принципами добра та справедливості, для розвитку відкритого і демократичного суспільства, його захисту від ризиків та викликів, що створює сучасна техногенно-екологічна та соціально-економічна ситуація у світі та Державі.

Саме на такому твердженні ґрунтується місія Національного університету цивільного захисту України (НУЦЗ України). Будучи закладом вищої освіти з особливими умовами навчання, НУЦЗ України створює, зберігає та поширює знання у природничій, технічній, суспільній і гуманітарній наукових сферах, пов'язаних із забезпеченням цивільного захисту населення і територій України. Університет встановлює і дотримується найвищих стандартів якості викладання та навчання, академічної свободи й інклюзивності, відданий цінностям, серед яких і забезпечення рівних прав усіх учасників освітнього процесу.

Важливість забезпечення рівних прав усіх громадян України через політику гендерної рівності визнано чинним законодавством України, що підтверджено національними нормативно-правовими актами, а також ратифікованими міжнародними документами, серед яких: Конституція України, яка проголошує, що «громадяни мають рівні конституційні права і свободи та є рівними перед законом»; Закон України «Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків» від 08.12.2005 р.; Закон України «Про засади запобігання та протидію дискримінації в Україні» від 06.09.2012 р.; Закон України «Про запобігання та протидію домашньому насильству» від 07.12.2017 р. тощо.

Сьогодні впровадження принципу гендерної рівності є одним з пріоритетів і Державної служби України з надзвичайних ситуацій, до структури якої належить Національний університет цивільного захисту України. З метою розширення прав і можливостей жінок, а також зміцнення їхньої ролі у процесі здійснення національних реформ, за підтримки громадянського суспільства Служба порятунку забезпечує виконання зобов'язань щодо гендерної рівності, зокрема Конвенції про ліквідацію всіх форм дискримінації (CEDAW), Пекінської платформи дій, а також резолюції Ради Безпеки ООН 1325 «Жінки. Мир. Безпека».

Є очевидним, що усі сучасні прогресивні політики, програми та заходи мають соціальні та гендерні наслідки і впливи.

30 вересня 2019 року Президент України видав Указ «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [1], спираючись на проголошені резолюцією Генеральної Асамблеї ООН від 25.09.2015 р. № 70/1 глобальні цілі сталого розвитку, в яких, поряд із питаннями екологічного і соціально-економічного змісту, звертається увага і на забезпечення гендерної рівності, розширення прав і можливостей усіх жінок та дівчат (Ціль 5).

Тож, гендерна нерівність впливає і на довкілля. Гендерні відносини впливають на розвиток сімей, громад, регіонів та держав, що впливає на процедури прийняття рішень щодо довкілля та управління ресурсами. Ні у жінок, ні у чоловіків немає

вродженої схильності до більшої чи меншої екологічно свідомої поведінки. Відмінності у моделях поведінки людей пов'язані з гендерними ролями, а тому те, як жінки та чоловіки розпоряджаються ресурсами, слід враховувати у стратегіях і політиках, які сприяють захисту довкілля, тобто робити їх гендерно-чутливими. Оскільки втручання у довкілля не є гендерно нейтральною діяльністю, воно матиме різні наслідки для жінок і чоловіків [2].

Прикладом гендерноорієнтованих екоініціатив є Премія «Земля жінок» (з 2001 року). Ціллю програми є підтримка жінок у їх боротьбі за збереження навколишнього середовища. Проект допомагає жінкам-екоактивісткам бути почутими. В Україні проект з'явився у 2010 році.

Усе вищезазначене знаходить своє віддзеркалення, зокрема, у межах реалізації в НУЦЗ України освітньо-професійної програми «Екологічна безпека» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія».

При підготовці майбутніх фахівців-екологів формуються відповідні компетентності, які є основою освітнього компонента загального обов'язкового блоку «Гендерні основи безпеки та професійної діяльності», а саме: здатність діяти соціально відповідально та свідомо, з урахуванням гендерної рівності; здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. Вивчення даного освітнього компонента забезпечує досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання, як: брати участь, з урахуванням гендерних питань під час професійної діяльності, у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля; розуміти і реалізовувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності вільного демократичного суспільства, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні тощо.

Пропонована для вивчення тематика, поряд із питаннями особливостей гендерної рівності, гендерних аспектів безпеки професійної діяльності, насилля в сім'ї і на робочому місці, інтегрування рівних прав та можливостей жінок і чоловіків у сектор безпеки і оборони України, розкриває і гендерний паритет у сфері охорони навколишнього середовища, що деталізується через такі проблемні питання, як: гендер і довкілля; гендер-екологія-здоров'я; гендерна перспектива сфери захисту довкілля в Україні; гендерні аспекти екологічного активізму тощо.

Позитивною практикою реалізації описаного освітнього контенту, поряд із відвіданням занять за розкладом, є активна участь здобувачів вищої освіти у тематичних заходах, віднесених до неформальної освіти, що в умовах реалій сьогодення підтверджує прагнення студентства до розширення обізнаності з вищеокреслених питань сучасного демократичного суспільства і засвідчується наявністю отриманих ними на відкритих платформах відповідних сертифікатів («Я знаю гендер», «Жінки та чоловіки: гендер для всіх», «Гендерна рівність та протидія сексуальним домаганням у військовій сфері» [3], Тренінг «Гендер та довкілля» для вікіспільноти [2] тощо).

ЛІТЕРАТУРА

1. Указ Президента України від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019>
2. Тренінг «Гендер та довкілля» для вікіспільноти». URL: <http://surl.li/gcdjo>
3. URL: <https://courses.prometheus.org.ua/courses>

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКУ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ВИРОБНИЦТВА

Яцух О.В., к.с.г.н., доцент,

Зоря М.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Серед факторів ризику, яких зазнає людина, важливе місце посідає ризик втрати здоров'я і працездатності внаслідок професійної діяльності. Україна відноситься до країн з високим рівнем виробничого травматизму та професійних захворювань, ризику техногенних аварій і катастроф [1, 2]. Необхідно виявляти і оцінювати на всіх робочих місцях фактори небезпек та, по можливості, повністю знешкодити. Значення небезпек, які залишаються, визначаються в рамках оцінки ризиків. У зв'язку з цим постає питання розробки оцінок ризиків та їх критеріїв.

Сьогодні найчастіше спостерігаються ситуації, коли на підприємствах застосовуються спрощені підходи до ідентифікації небезпек та оцінювання ризиків, які недостатньо враховують специфіку господарської діяльності, а результати такого оцінювання не дають змогу якісно і системно спланувати заходи з безпеки праці і здоров'я працюючих.

Будь-який механізм оцінювання повинен передбачати виявлення загальної номенклатури, структури і вміст показників, що підлягають оцінці. Узагальнені показники, що характеризують професійні ризики на робочих місцях, повинні будуватися на основі вихідної оцінної бази елементарних показників/параметрів, інтегрально об'єднаних в єдиний мультиплікатор. Такі показники мають бути пов'язані з особливостями конкретного виробництва, системи менеджменту, що діє, реальних умов праці [3, 4].

Усі показники повинні мати природний і відносний (абстрактний) вид і, відповідно, вимірюватися в метричних одиницях чи у балах. В залежності від представлення сутності інтегрального показника професійного ризику застосовуються різні способи оцінювання і різні види показників.

Інтегральний показник професійного ризику представляється як функція імовірнісних значень аргументів [5].

Оскільки професійний ризик розглядається як імовірнісна величина, його оцінювання виробляється на підставі визначення імовірності реалізації кожної небезпеки в різних варіантах (P_i) і передбачуваної ваги (C_i) наслідків реалізації кожного i -го варіанта:

$$R = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot C_i), \quad (1)$$

де R – інтегральний показник професійного ризику (імовірність його виникнення), що складає із сумарної імовірності (по кожній з n подій) двох складових показників, що теж представляють собою імовірності: P_i – реалізації небезпеки, C_i – передбачуваної ваги наступаючих наслідків.

Інтегральний показник професійного ризику представляється в категоріях якості виробу системи [5].

Згідно ISO 9001 (основний документ, що регламентує принципи формування всіх систем керування якістю, у тому числі СУОП), рівень безпеки S розглядається як показник якості об'єкта і може бути охарактеризований безрозмірною функцією:

$$S_i = f(P_i, P_i^{6\alpha}), \quad (2)$$

де P_i – показник властивості (абсолютний); $P_i^{\text{баз}}$ – базовий показник (абсолютний).

Показники якості оцінюються на основі ступеня відповідності деяким базовим показникам/параметрам. Вид функціональної залежності при цьому може бути різним. У той же час величиною, зворотною рівню безпеки, є професійний ризик R :

$$R_i = I - S_i, \quad (3)$$

Така інтерпретація дозволяє розглядати професійний ризик у категоріях системи якості. У даному випадку базові показники якості, що характеризують професійні ризики на робочих місцях, регламентуються нормативними вимогами по охороні праці. Для виробничих факторів це можуть бути їхній гранично припустимі значення на робочих місцях. Таким чином, професійні ризики виражаються в можливості появи відхилень характеристик виробів, чи системи виробничого процесу від регламентованих. По суті приймається, що, чим вище імовірність появи і серйозніше величина можливих відхилень, тим вище ризики.

Інтегральний показник професійного ризику представляється як мат. модель, що передбачає підсумовування деяких складових показників [5].

Професійний ризик R розглядається як функція необмеженого числа деяких показників k_i :

$$R_i = f(k_i). \quad (4)$$

У рамках даного способу можуть застосовуватися різні емпіричні підходи. Номенклатура показників, з одного боку, звичайно, враховує можливі ризикоутворюючі фактори, але, з іншого боку, нічим теоретично не обґрунтована – набір показників формується, виходячи з існуючих реальних можливостей і знань конкретних авторів, а також організації робіт з охорони праці в їхніх організаціях.

Отже, ефективне управління ризиками може бути забезпечене лише у випадку, коли є чітко визначена стратегія суб'єкта господарювання, включаючи стратегію управління ризиками.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на пошук адекватних форм, методів й інструментів протидії виникнення та поширення ризиків у аграрній сфері, забезпечення функціонування дієвої системи управління ризиками, як невід'ємної складової стратегічного управління кожним аграрним підприємством.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rohach Y., Yatsukh O., Zoria M. Determining the Risks of the Production Environment of an Agricultural Enterprise. In: Nadykto V. (eds) Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer, Cham. 2019. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_76
2. Hunziker S. Enterprise Risk Management: Modern Approaches to Balancing Risk and Reward. Springer. 2019. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-25357-8>
3. Jankelova N., Masar D., Moricova S. Risk factors in the agriculture sector. Agric. Econ. Czech. 63. 2017. P. 247–258.
4. Яцух О. В. Щодо оцінки ризиків в цивільній безпеці. Сучасні проблеми професійної та цивільної безпеки: Зб. тез доповідей I Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції (28 квітня 2020 р., м. Дніпро, Україна). Дніпро: Редакційно-видавничий комплекс ДВНЗ УДХТУ, 2020. С. 112–116.
5. Кляуззе В. П. На допомогу спеціалісту з охорони праці: Журнал «Охорона праці». №9. 2012. С. 49–54.

THE USE OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDES FOR THE ABSORPTION OF THE POLLUTANTS FROM THE WATERS OF RIVERS AND SEAS

*Butenko E., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Priazovskyi State Technical University*

Water basins located near the steel mills, mines, chemical plants are contaminated with toxic substances. The content of heavy metals, sulfides, phenols, toluene, formaldehyde, naphthalene series compounds and other potent substances is much higher than the maximum permissible concentration.

Most of the existing water purification methods require the use of scarce reagents that alter its physical and chemical composition, and the increase in salinity is harmful to living organisms.

For wastewater treatment using various methods, one of which is the adsorption using various adsorbents, the most common of which are activated carbons. However, these sorbents are expensive and their use is limited. Besides, there are problems with the disposal of sorbents absorbed contaminants.

Sorbents which would be absorbed at once both organic and inorganic substances, of both cationic and anionic type have not found wide practical application.

The aim of work was to investigate the adsorption of both anions and cations of inorganic as well as organic pollutants on anionic clays belonging to the class of layered double hydroxides. In addition, methods were developed for the safe disposal of spent sorbents.

Layered double hydroxides (LDHs) are products of the isomorphous substitution of the metal cation hydroxide cations higher oxidation. Isomorphous substitution of Mg^{2+} ions by Al^{3+} in the rod leads to an excess of positive charge, and thus to the basic properties, so LDH are solid bases. Bronsted main sites in these compounds may be a hydroxyl, localized at the tetrahedral aluminum. Lewis basic centers are the lone pair of electrons of oxygen. The presence of the main sites of the Bronsted and Lewis type of process allows anion exchange in the inner space of LDH. Anion exchange process is an equilibrium, equilibrium shift the concentrations of anions and selective sorbents to certain anions. The greatest selectivity LDH show respect to carbonate anions.

Synthesis of layered double hydroxides was carried out by the method described in [1–2]. Samples were kindly provided by SASOL Germany GmbH. The obtained sorbents have the following characteristics (Table 1).

Table 1. The characteristics of layered double hydroxides

Mg/Mg+Al, mol/mol	0,51	0,77	0,81	0,90
d, Å	3.038	3.036	3.045	3.058
c, Å	22.62	22.67	22.81	23.40
Specific surface area, m ² /g	250	200	192	180
Pore volume, ml/g	0,5	0,2	0,2	0,2
Acidity, meq/g	0,41	0,32	0,21	0,06
Basicity, meq/g	0,73	0,54	0,63	0,85
E _{din.} , meq/g	0,075	0,081	0,041	0,036
E _{stat.} , meq/g	0,38	0,41	0,10	0,08

In the thermal effects at temperatures above 600 °C is an irreversible dehydration to form spinel structures. This is a feature of layered double hydroxides are extremely

important for their use as adsorbents of toxic anions. Heat treatment can link them into insoluble compounds and disposed of without fear of the return of the desorption process under the action of external conditions, it is possible for conventional adsorbents such as activated carbons, and more. During the heat treatment the formation of new oxide phases.

When heat treatment is not only weight loss but changes and distribution sites strength. Sorption removal of sulfide-ions. Were determined by calculation of the rate constant of the first order sorption of sulfide ions with different masses of the sorbent. The resulting dependence of the kinetic sorption says the first order in the mass of the sorbent. To change the weight of sorbent at the concentration of active centers in the volume of solution used for dynamic capacitance values of LDH that are defined in terms of dynamic equilibrium.

To determine the activation parameters of sorption of sulfide ions were investigated on LDHs leakage of ion exchange at different temperatures. Were determined rate constants sorption of sulfide ions at various temperatures. The resulting value of the activation energy indicates that the reaction proceeds in the diffusion region, but considerably closer to the kinetic area than other sorbents investigated, suggesting high acidity sulfide ions.

We have thus shown that the LDHs sorbents for the effective removal of sulfide ions from the liquid phase. Since phenol is an acid, the reaction is represented by anion exchange takes place almost completely and irreversibly. In addition, phenol is a strong organic acid and ion exchange process takes place very quickly. We investigated the adsorption capacity of the sorbent with varying degrees of isomorphous substitution in the reaction with phenol. Using this data were calculated the rate constants for adsorption of phenol sorbents with different molar ratio of Mg/(Mg+Al).

Conclusion

1. Physical-chemical properties of LDHs. It has shown that changing the composition of LDH the concentration and strength of active sites on their surface can be regulated, and thus we can regulate the sorption properties.

2. The kinetics of organic and inorganic compounds adsorption on the LDH of variable composition have been investigated.

3. The dependence of the kinetic parameters of the adsorption on the composition of LDHs has been shown.

4. The kinetic and activation parameters of the sorption of organic and inorganic water pollutants on the LDHs, which may be the basis for the calculation of process plants for the removal of phenols from industrial wastewater, have been determined.

REFERENCES

1. Butenko E. Use of Layered Double Hydroxides to Create New Environmental Technologies. International Journal of Scientific Research in Environmental Science and Toxicology. 2018. Vol. 3, № 2. P. 1–5.

2. Butenko E., Dan O., Neverova-Dziopak E., Kapustin A. Naphthalene Removal with Layered Double Hydroxides. Geomatics and environmental engineering. 2020. Vol. 14, № 2. P. 19–30.

STUDIYNG OF PROPERTIES AND RATIONAL COMPOSITION OF ECOSAFETY BUILDING MATERIALS BASED ON SLAG-AND-ASH WASTE FROM MASUTE FUEL AND COAL COMBUSTION AT HEAT-AND-ELECTIC POWER STATION

*Kondratenko O.¹, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor,
Koloskov V.¹, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor,
Koloskova H.², Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor,
Babakin V.¹, Doctor of Sciences (Law), Associate Professor,*

¹National University of Civil Defense of Ukraine,

²N.E. Zhukovsky National Aerospace University «KhAI»

In this research was created the method for obtaining the values of rational economic and technical indicators of building materials (BM) with the additive of slug-and-ash (S&A) as waste from the combustion process of coal and masut fuel at a heat-and-electric (H&E) power plant (PP) which has a capacity of 1.7 GW [1–3], that is the rational flexural strength and composition, and received the its application results. These studies has propose to minimize the harmful anthropogenic influence on the lithosphere as the component of environment by developing an corresponding environmental protection technology (EPT) [4–6]. The study of the properties and composition of cement-and-sand mixture (CSM) was done [7], 8 variants of study of S&A waste utilization process as substitute of sand fraction in BM from CSM, that is from basic value to complete replacement are proposed. The values of apparent and bulk density of bulk from S&A waste granules and the true density of wares with the adding of S&A waste for all variants of its content are identified. An experimental study for identification of the fractional composition of granules of S&A waste, presented as spheres and hyperboloids with equivalent diameter, was done. It was designed the sieve with variable woven mesh of different cell sizes developed for classification of granules of S&A waste. The geometrical indicators of experimental samples of BM items with the addition of S&A were determined using the method created on the basis of the provisions of the «Resistance of Materials» scientific-applied discipline [8]. So it was chosen the geometric shape of the experimental samples of BM items – a rectangular parallelepiped with dimensions $a : b : c = 35 : 70 : 140$ mm. Also it was selected the rational composition of the BM with the addition of S&A waste granules based on the results of two-staged experimental study – mechanical bending tests on a rupture machine as straight two-support beams. Thus, it was found that the flexural strength of such experimental samples of BM items in case of replacement of part of the sand is CSM on the S&A waste granules initially rises from the magnitude for pure CSM to a maximum (8.5 MPa) at the S&A granulas waste content in the material of 40 % mass. Also it was found that for samples of BM items of this composition and after exposure up to 7 days, their strength increases by 1.5 times. So, it was proposed to execute a complex assessment of the efficiency of S&A granulated waste disposal in the BM items the Efficiency Index of A&S granulated waste disposal in the BM items I_{EM} , which refers to the strength limit to the density of this material per price unit value, described by formula (1), where σ_{\max} – flexural strength of this material, MPa; ρ_c – material density, kg/m³; P_s – mass unit price of material, \$/kg. It was obtained the results of calculation of the Index magnitudes for all studied variants in both absolute and relative values. Moreover, the results of calculating the magnitudes of the I_{EM} Index for the two-staged study are illustrated in Fig. 1–2 and was described by the least squares method by 2nd degree polynomials (formulas (2) and (3), where $C(A\&S)$ – relative mass content of granules of S&A waste in BM items, % mass; τ – duration of exposure of BM items during hardening of the solution, days.

$$I_{EM} = \sigma_{\max} / (\rho_c \cdot P_s) \cdot 10^3, \text{ kJ}/\$. \quad (1)$$

$$I_{EM}(\tau = 1 \text{ day}) = -2.02 \cdot 10^{-2} \cdot C(S \& A)^2 + 1.36 \cdot C(S \& A) + 19.04, \text{ kJ}/\$, \quad (2)$$

$$I_{EM}(C(S \& A) = 40\%) = -0.22 \cdot \tau^2 + 3.95 \cdot \tau + 40.91, \text{ kJ}/\$. \quad (3)$$

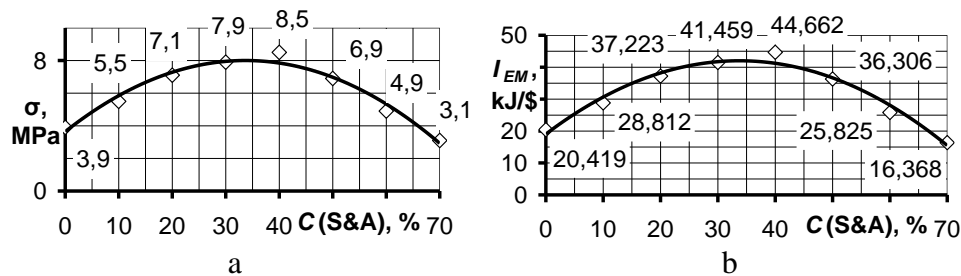


Fig. 1. Results of the first stage of two-staged study.

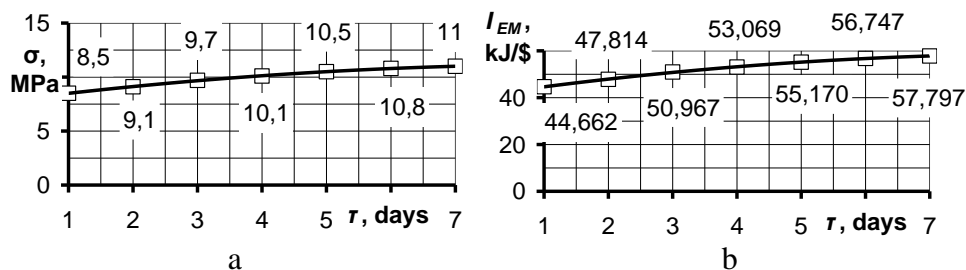


Fig. 2. Results of the second stage of two-staged study.

REFERENCES

1. Ecological passport of the region. Dnipropetrovsk region. 2020. 235 p. URL: https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2020/Дніпропетровської%20області%20за%202020%20рік.pdf
2. Ecological passport of the region. Dnipro region. 2020. Department of Transport and Environmental Protection of Dnipro City Council. 64 p.
3. Environmental Impact Assessment Report of «DTEK Dniproenergo» PJSC. Kyiv, Ministry of Environmental Protection of Ukraine. 2018. №2. P. 57–114.
4. Kondratenko O. M., Koloskov V. Yu., Derkach Yu. F., Kovalenko S. A. Physical and mathematical modeling of processes in particulate matter filter in practical application of criteria based assessment of ecological safety level : Monograph, Styl-Izdat, Kharkiv. 2020. ISBN 978-617-7912-64-3.
5. Kondratenko O., Koloskov V., Kovalenko S., Derkach Yu. Research of Technical and Economic Properties of Material of Porous Fuel Briquettes from the Solid Combustible Waste Impregnated with Liquid Combustible Waste, Materials Science Forum. № 1038. 2021. P. 303–314. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1038.303>
6. Vambol S. O., Mishchenko I. V., Koloskov V. Yu., Kondratenko O. M. Ecological Safety Management Systems. Lecture notes, Kharkiv, NUCDU, 2018. 60 p.
7. Andrienko V. M., Pozdeev S. V., Otrosh Yu. A., Yeremenko S. A., Tyshchenko O. M., Nekora O. V. Training manual «Buildings and structures and their behavior in fire conditions», Kyiv, IDUCZ, 2014. 295 p.
8. Derkach Yu. F., Koloskov V. Yu., Kondratenko O. M., Mishchenko I. V., Chernobay G.O. Applied Mechanics : Lecture course. Kharkiv, NUCDU, 2020. 530 p.

**PROBLEMS OF INCREASING THE LEVEL OF OCCUPATIONAL SAFETY AND
HYGIENE REGARDING THE RISK OF HARMFUL EFFECTS BY HUMANS
FROM THE COMPONENTS OF METALLURGICAL WASTE**

Petryshchev A.¹, PhD, Associate Professor,

Tsybal B.², PhD, Associate Professor

¹National University "Zaporizhzhya Polytechnic",

²National University of Civil Defense of Ukraine

The practice of rational waste management is largely unpopular in many countries. As a rule, waste is not processed and enters the environment, polluting it. The presence of heavy metals in waste is particularly dangerous for the environment.

Heavy metals are naturally found in the earth's crust. Due to the dramatic increase in the use of heavy metals, this has led to an inevitable surge of metallic substances in terrestrial and aquatic environments. Heavy metal pollution occurs as a result of anthropogenic activity. The main cause of pollution is primarily due to metal mining and smelting, foundries and other metal-based industries, leaching of metals from various sources such as waste dumps [1].

From an ecological point of view, heavy metals cause the greatest concern and are the most dangerous for living organisms and the environment. Some metals affect biological functions and growth, while other metals accumulate in one or more different organs, causing many serious diseases such as cancer. Heavy metals, affecting people and the environment, create a number of environmental problems that lead to serious risks to health and the environment.

It should be noted the propensity of heavy metals to accumulate in the environment, and not decompose, unlike many other pollutants. Many heavy metal compounds are not degraded by microorganisms and chemicals. Therefore, their total concentration in the environment remains stable for a long time. The total content of heavy metals in the environment does not fully reflect its danger. More important are available (mobile) components, that is, part of the total amount of heavy metals that can migrate into the environment or be absorbed by living organisms [2].

The current state of metallurgical production is characterized by the formation of a significant amount of waste, which accumulates in landfills, occupying areas of possible arable land and polluting the surrounding territories [3]. Particularly dangerous for the environment is the presence of heavy metals in metallurgical waste, which include Cr and Ni, which pollute the soil [4] and groundwater [5].

The increasing pollution of the terrestrial and aquatic environment by persistent heavy metals is one of the most serious problems of the last decades, arising from their high toxicity, rapid accumulation, biodegradability and persistence. Harmful heavy metal ions such as chromium ($\text{Cr}^{3+/6+}$), nickel (Ni^{2+}) can react with bioparticles in the human body and other life forms, which can cause numerous diseases and disorders even at low concentration levels [6]. Hexavalent Cr can cause toxic effects and is dangerous for humans and animals. It is more soluble and mobile than trivalent Cr [7].

One of the sources of waste of this composition is oxide and finely dispersed waste from non-ferrous metallurgy and production of corrosion-resistant and heat-resistant alloy steels and alloys. When stored in open air in landfills, the finely dispersed nature of the generated waste promotes wind dispersal. At the same time, it is possible for microparticles raised by the wind to enter the respiratory organs and other mucous membranes of workers. This can cause deterioration of health with the development of respiratory diseases. One of

the options for reducing the harmful effect of the generated oxide waste is to improve the equipment of storage places with the elimination of contact with soils and precipitation. These can be covered areas or warehouses. It is also possible to use tubs or other containers.

The measures mentioned above are temporary and require additional storage and maintenance costs. In this vein, the processing of the generated oxide waste in our own production is a fundamentally high-quality solution to the existing problem.

Therefore, the improvement of the technological parameters of the processing of doped man-made waste with the production of qualitatively new alloying additives [8] provides not only the development of resource saving, but also the improvement of sanitary working conditions and an increase in the level of safety of the residents of the surrounding territories.

REFERENCES

1. Briffa J., Sinagra E., Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*. 2020. Vol. 6, Issue 9. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
2. Ishchenko V. Environment contamination with heavy metals contained in waste. *Environmental Problems*. 2018. Vol. 3, № 1. P. 21–24.
3. Puchol R. Q., Sosa E. R., González L. O., Castañeda Y. P., Sierra L. Y. New conception of the reutilization of solid waste from Cuban nickeliferous hydrometallurgical industry. *Centro Azúcar Journal*. 2016. Vol. 43. № 4. P. 1–15.
4. Pincovschi I., Neacsu N., Modrogan C. The Adsorbtion of Lead, Copper, Chrome and Nickel Ions from Waste Waters in Agricultural Argilaceous Soils. *Revista de Chimie*. 2017. Vol. 68. № 4. P. 635–638.
5. Madebwe V., Madebwe C., Munodawafa A., Mugabe F. Analysis of the Spatial and Temporal Variability of Toxic Heavy Metal Concentrations in Ground Water Resources in Upper Sanyati Catchment, Midlands Province, Zimbabwe. *IIARD International Journal of Geography and Environmental Management*. 2017. Vol. 3. № 1. P. 23–37.
6. Schlögl S., Diendorfer P., Baldermann A., Vollprecht D. Use of industrial residues for heavy metals immobilization in contaminated site remediation: a brief review. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2023. Vol. 20, P. 2313–2326.
7. J. Yu, Ch. Jiang, Q. Guan, P. Ning, J. Gu, Q. Chen, J. Zhang, R. Miao. Enhanced removal of Cr(VI) from aqueous solution by supported ZnO nanoparticles on biochar derived from waste water hyacinth. *Chemosphere*. 2018. Vol. 195. P. 632–640.
8. Poliakov A., Dzyuba A., Volokh V., Petryshchev A, Tsybmal B., Yamshinskij M., Lukianenko I., Andreev A., Bilko T., Rebenko V. Identification of patterns in the structural and phase composition of the doping alloy derived from metallurgical waste processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Materials Science*. 2021. Vol. 12 (110). № 2. P. 38–43.

COMPOSTING OF HOUSEHOLD ORGANIC WASTE

*Rybalova O.¹, PhD, Associate Professor,
Lutek W.²*

¹National University of Civil Defence of Ukraine,

²Maria Curie Sklodowska University

The problem of accumulation and management of solid household waste is one of the most acute environmental and economic problems not only in Ukraine, but in many countries of the world. There are more than 6,000 legal landfills and landfills in Ukraine. The placement of solid household waste in landfills and landfills leads to environmental pollution, greenhouse gas emissions, which negatively affects the health of the population and climate change.

The amount of solid household waste is increasing every year. The bulk of them is stored in solid household waste landfills and unauthorized landfills.

The existing situation with the organization of collection, removal and disposal of waste in populated areas of Ukraine has turned into a serious problem. High transport costs for removal, insufficiency and wear and tear of garbage collection equipment, insufficient and unsatisfactory condition of containers, fullness of landfills, high costs for creation and maintenance of a modern landfill, imperfection of the existing sanitation system, created a very unfavorable situation in the field of waste management in the city.

Thus, today traditional methods of disposal of solid household waste in conditions of continuous growth of their volumes create problems for all regions of Ukraine and require their immediate solution.

The inclusion of sustainability and circular economy principles, as well as the compliance of the European requirements in municipal waste management, involves improving the waste separation, recovery and valorization.

Households are the most numerous and atomized segment of waste generation. Quantifying household waste generation and identifying specific strategies to promote recycling and composting is challenging, particularly for developing countries where resources are scarce [1].

Households are responsible for a large proportion of total food waste and are an important focal point for addressing food waste disposal issues. Several food waste disposal options are available to households, depending on context, with some disposal practices being more sustainable than others are. The study [2] applies the food waste hierarchy to household food waste disposal behavior and identifies three sustainable food waste disposal behaviors (sorting food waste into the green organics bin, reusing food waste for animal feed, and home composting); and three unsustainable behaviors (disposing of food waste in the general waste bin, the recycling bin, and/or the sink).

The current municipal solid waste management system of Galicia (Northwestern Spain) that includes most of the municipalities involves the treatment of biowaste (mixed in the same container with the nonorganic rest fraction) in a single management facility. This biodegradable fraction, which accounts for 42 % of the total amount of household waste, is treated by incineration for energy recovery. The local government of Allariz (Galicia) undertook a project to implement a management model decentralized for biowaste separation and treatment through composting. During the first year of start-up of the management model, the level of citizen acceptance was adequate, biowaste was correctly segregated and good quality compost for soil fertilizer was obtained. So, a reduction of around 8 % of the

mixed waste sent to the centralized treatment facility was observed. The biowaste recovery had also resulted in a recycling improvement of all remainder fractions [3].

Composting is the most convenient and effective treatment of solid organic waste. In the study [4] composting of lemon peels, mixed vegetable waste and cooked food waste amended with garden soil was carried out. The thermophilic phase was reached by 21 days in all the composts mixture, with a range of 42 to 49 °C. The amendment of garden soil leads to a lower thermophilic phase and a prolonged composting period. However, the quality of the composts were within the recommended ranges showing composting of these common household waste can be done at home successfully by adding the most easily available material garden soil using box method.

Purpose work [5] aims at studying the influence of active (using external aerator) and passive (natural) aeration on composting of household biodegradable wastes. Authors study the suitability of these reactors to household conditions, continuous loading was carried out for a period of 60 days. Both the reactors were loaded with cooked as well as raw vegetable and fruit waste.

Results confirmed that, although both types of aeration seem to have performed well under continuous loading, the maturation period required for actively aerated reactor was 37.30 % lesser than that of naturally aerated reactor.

The prevention and the proper management of household food waste represents a dramatic and collective challenge. Home composting provides an excellent opportunity to recycle biowaste at source, therefore, it should be promoted to the public. Utilization of humus and decreasing the quantity of solid waste are the main perceived benefits [6].

REFERENCES

1. Pierini V. I., Mazzeo N., Cazenave M., Semmartin M. Waste generation and pro-environmental behaviors at household level: A citizen science study in Buenos Aires (Argentina). *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 170. July 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105560>
2. Trang Thi Thur Nguyen, Lenka Malek, Wendy J. Umberger, Patrick J. O'Connor. Household food waste disposal behaviour is driven by perceived personal benefits, recycling habits and ability to compost. *Journal of Cleaner Production* Available online 18 October 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134636>
3. Iria Villar Comesaña. Decentralized Composting of organic Waste in a European Rural Region a Case Study in Allariz (Galicia, Spain). IntechOpen, [s.l.], 2017. DOI: openresearchlibrary.org
4. Mary Lalremruati Angom Sarjubala Devi. Changes in physico-chemical properties during composting of three common household organic solid. *Bioresource Technology Reports*. Vol. 15. September 2021. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2589014X21001055>
5. Prashant Bhave, Bhargavi Kulkarni. Effect of active and passive aeration on composting of household biodegradable wastes: a decentralized approach. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, Dec 2019, 335. DOI: [10.1007/s40093-019-00306-7](https://doi.org/10.1007/s40093-019-00306-7)
6. Atilla Kunszabó, Dávid Szakos, Annamária Dorkó, Csilla Farkas, Gyula Kasza. Household food waste composting habits and behaviours in Hungary: A segmentation study. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. Vol. 30. December 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100839>

**DETERMINATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF
ALTERNATIVE MOTOR FUELS AS AN ASPECT OF ENVIRONMENTAL
ASPECT OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

*Umerenkova K.¹, PhD (Engineering), Associate Professor,
Borysenko V.¹, PhD (Physic-Mathematical), Associate Professor,
Kondratenko O.¹, DSc (Engineering), Associate Professor,
Liev tierov A.², PhD (Engineering), Sr. Res. Fellow*

*¹National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine,
²A.M. Pidgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of NAS of Ukraine*

The general ways for solving the both main problems of automotive transport – fuel efficiency and environmental performance are [1]: 1) the application of non-traditional motor fuels, including alternative motor fuels (AMF) (include: the most efficient energy carrier – natural gas (NG); synthetic motor fuels (SMF); biofuels, including biogas (BG); hydrogen (H₂)). The H₂ can be used both as a highly effective additive to combustible mixtures and also as a necessary component in the SMF, as well as the main energy carrier; 2) improvement of indicators of working processes of reciprocating internal combustion engines (RICE) as the part of power plant (PP). But unfortunately, it is well known that one should not expect a significant improvement in RICE environmental and fuel efficiency without making structural changes in its design. This requires the development and implementation of technologies for the conversion of existing gasoline and diesel car engines, as well as the creation of modern so called «environmental engines». The application of NG and BG as a perspective motor fuel for transport vehicles allows to reduce the level of indicators of emissions of harmful substances with the RICE exhaust gas (EG) flow – products of fuel (as non-renewable energy resources) combustion (CO, CH, NO_x, SO₂, etc.). The application of PG and BG instead of gasoline allows you to significantly reduce the EG toxicity level, which is one of the most important aspects of solving this environmental problem. Usually essence of solving of the environmental problem consists in the development of PP with RICE, adapted to AMF for their partial replacement of traditional petroleum fuels. Studying thermophysical properties of AMF is importantly in the process of obtaining the results of adapting RICE to AMF. Calculated and experimental obtained data about the fuels thermophysical properties allows for more accurate mathematical modeling of RICE working cycle processes, improve of the design and characteristics of executing devices of RICE fuel supplying systems, characteristics of indicators, CPU and actuators of RICE electronic control systems. The analysis of modern scientific and technical literature sources shows that the general trends in relevant developments of leading and famous foreign companies are focused on improving the environmental performance of diesel RICE, primarily improving the organization of work processes as mean of reducing the toxicity of their EG flow indicators and also researching and improving the physical properties and other indicators of AMF. Abroad, the total production of PP with gas-fueled RICE is quite well developed and a many of manufacturers produce RICE that run both on traditional fuel and on BG or NG. It should be noted that in Ukraine, there is still no mass application of AMF for PP with RICE, therefore the development of this direction is urgent.

So, it is necessary to solve tasks that allow predicting the thermophysical properties of various fuels for theoretical and experimental studies related to the specifics of the application of AMF for transport diesel RICE. The developing of relevant methods allows to determine such fuel properties in a wide range of physical states (from liquefied gas to

parameters of combustion or thermal decomposition). But, the results of analysis of known calculation methods shows that various empirical dependences and model schemes can give acceptable quantitative results in limited ranges of states. Besides, such calculations require a considerable volume of initial data on the physical properties of components and their mixtures. But unfortunately, for application for the liquid phase of AMF as the practically important area, these methods cannot be used.

Such considerations provides the development of new statistical-mechanical methods for describing the AMF physical properties, which use a minimum volume of set of initial data. The carried out studies are devoted to the application of the original modified scheme of thermodynamic perturbation theory (TPT) [1] to describe the AMF physical properties as the multicomponent mixtures, namely NG and BG.

The numerical implementation of the mathematical model developed on the basis of TPT is carried out using a improved computer program for determining thermophysical properties and phase equilibrium of the liquid and vapor phases of multicomponent AMF, which also includes a subroutine for calculating properties for homogeneous state – in the single-phase region. The thermophysical properties of the following components and their mixtures was calculated in the study: inert gases (He, Ne, Ar, Kr, Xe); nitrogen N_2 ; CO_2 carbon dioxide; CO carbon monoxide; hydrogen H_2 ; oxygen O_2 ; water H_2O ; hydrogen sulfide H_2S ; and also marginal hydrocarbons (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , n- C_4H_{10} , i- C_4H_{10} , n- C_5H_{12} , i- C_5H_{12} , C_6H_{14} , C_7H_{16} , C_8H_{18} , C_9H_{20} , $C_{10}H_{22}$); benzene C_6H_6 etc. These sets of AMF component provide, in particular, a description of energy carriers based on hydrogen, nitrogen – NG, gas condensate, mine gas, and also working bodies of fuel cells of electrochemical generators and other mixtures.

In the study was obtained the phases equilibrium diagram of liquid-vapor mixtures of CH_4 - C_2H_6 at the indicated temperatures as a set of isotherms. Herewith, comparison with experimental data allows us to estimate the errors of about 4–5 mol. %. Since there are no experimental data when approaching the critical points, so the calculated values predict the phase behavior of AMF mixtures in these areas. It was also obtained by calculation the values of the molar volume of the hydrocarbon mixture, that mites to the possible composition of NG or BG, are compared with known experimental data with a good agreement between the experimental and calculated values.

Thus, in the study analyzed the state of the fuel and energy crisis global problem and the issues of the pollution of environment by products of combustion of hydrocarbon-based fuels of transport PP with RICE. To increase the efficiency of application AMF, as one of the aspects of solving the problem, an original method and results of calculating the phase equilibrium and thermophysical properties of a wide class of AMF (H_2 , NG, BG, mine gas, coke, blast furnace and synthesis gas, etc.) based on improved mathematical model are proposed. Calculation procedures are based on the thermodynamic theory of disturbances without the involvement of empirical parameters. characterized by limitation of initial information, high accuracy, the possibility of application in any practically important ranges of states.

REFERENCES

1. Umerenkova K. R., Lievtierov A. M., Kondratenko O. M. Determination of thermophysical properties of alternative motor fuels as an aspect of greening of internal combustion engines. All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «Problems of Technogenic and Ecological Safety in the Field of Civil Defence»: Collection of Materials. December 08–09, 2022. Kharkiv. NUCDU. P. 120–123.

СЕКЦІЯ 1. ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

<i>Абрамов Ю.О., Кривцова В.І., Михайлюк А.О.</i> Обґрунтування можливості появи горючого середовища в газогенераторі системи зберігання та подачі водню	4
<i>Азізов Т.Н., Роландо П., Майстренко О.Ф.</i> Вплив моделювання обпирання на напружено-деформований стан залізобетонних плит перекриттів	6
<i>Бабенко М.С., Луцак О.О.</i> Найбільш ефективні гемостатичні засоби в умовах надзвичайних ситуацій та важливість їх застосування	8
<i>Балло Я.В., Сізіков О.О., Ніжник В.В.</i> До питань критеріїв безпеки для конструкцій із скляними елементами на шляхах евакуації	10
<i>Беспалова А.В., Дашковська О.П., Книш О.І., Файзуліна О.А., Чумаченко Т.В.</i> Збільшення часу безперервної роботи алмазного різального диска при використанні різних охолоджуючих середовищ і пристосувань	12
<i>Березовська Н.Л.</i> Джерела регулювання цивільного захисту населення в умовах воєнного стану	14
<i>Біда С.В., Зоценко М.Л., Павельєва А.К., Ланін М.І.</i> Захист державного геологічного пам'ятника – гори «Пивиха» в умовах розвитку зсувних процесів	16
<i>Бутенко С.В., Якименко М.В., Тригуб В.В., Колесніков С.М.</i> Особливості розрахунку вогнестійкості перерізу позакентрово стиснутого залізобетонного елемента	18
<i>Вавренюк С.А.</i> Аналіз чутливості вибухових речовин до механічних дій	20
<i>Васильченко О.В., Данілін О.М., Дармофал Е.А., Акользін Д.Ю.</i> Вплив тріщин на оцінку вогнестійкості залізобетонної балки	22
<i>Веселівський Р.Б., Смоляк Д.В.</i> Вогнезахист металевих будівельних конструкцій шляхом облицювання	24
<i>Винников Ю.Л., Раздуй Р.В.</i> Порівняння осідань ґрунтоцементних основ будівель, визначених аналітично та тривалими геодезичними спостереженнями	26
<i>Вовк Н.П.</i> Перспективи безпекових змін стандартів України щодо житлової та громадської забудови (на основі досвіду Ізраїлю)	28
<i>Волков О.О., Субботіна В.В., Краєвська Ж.В., Васильченко О.В.</i> Вибір та застосування оптимального методу інженерії поверхні для відновлення властивостей елементів прокатного обладнання після некоректно проведеного процесу поверхневого шліфування	30
<i>Волков О.О., Субботіна В.В., Субботін О.В., Васильченко О.В.</i> Забезпечення експлуатаційних вимог до матеріалів при застосуванні методів структурної інженерії поверхні	32
<i>Гаєвський В.Р., Филипчук В.Л.</i> Вплив виду забруднюючої речовини теплообмінних поверхонь конденсаторів парових турбін на виникнення надзвичайних ситуацій	34
<i>Гарбуз С.В.</i> Ефективне очищення внутрішніх поверхонь резервуарів зберігання нафтопродуктів за допомогою криогенного бластингу	36
<i>Голуб В.А., Зозуля І.В.</i> Важливість механізму навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях	38
<i>Горик О.В., Ковальчук С.Б., Муравльов В.В.</i> Стійкість окремих фаз у пружній матриці композиту	40
<i>Дагіль В.Г., Дагіль І.І.</i> Обґрунтування інноваційних підходів оцінки стійкості будівель проти прогресуючого руйнування при не природного характеру	42

Добряк Д.О., Ніжник В.В., Поздєєв С.В., Нікулін О.Ф., Луценко Ю.В. Обґрунтування конструктивних параметрів установки для перевірки функціональності елементів легкоскридних конструкцій	44
Дурєєв В.О., Христич В.В., Малярєв М.В., Горбащенко А.О. Розробка математичної моделі адаптивної системи протипожежного захисту	46
Іллюченко П.О., Зазимко О.В., Гордєєв М.Д., Кравченко Ю.М. Про удосконалення методу випробувань одиничних кабелів на поширювання полум'я	48
Ільченко Н.М., Хроменков Д.Г., Гулик Ю.Б. Обґрунтування обов'язкових вимог до засобів цивільного захисту	51
Ішин І.В., Тригуб В.В. Зниження пожежної небезпеки дерев'яних конструкцій шляхом їх глибокого просочування вогнезахисними сумішами	53
Ковальєв А.І., Пурденко Р.Р., Тараненко І.С., Махас Н. Вогнестійкість вогнезахисних залізобетонних конструкцій для підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів	55
Ковальєв А.І., Пурденко Р.Р., Тараненко І.С., Семко В.О. Моделювання нестационарного прогріву вогнезахисних залізобетонних конструкцій	57
Ковальєв А.І., Циганок Р.О., Яковлева Д.О. Оцінювання вогнестійкості вогнезахисних сталевих конструкцій	59
Козяр Н.М., Кириченко О.В., Ковбаса В.О., Дядюшенко О.О. Закономірності впливу зовнішніх термічних впливів на швидкість та вибухонебезпечні режими горіння піротехнічних нітратно-металізованих сумішей з добавками фторидів металів	61
Коробкін В.Ф., Слюсар А.А., Парталян С.А. Підрозділи з питань цивільного захисту у складі виконавчих органів міських, селищних та сільських рад: критерії визначення чисельності	63
Кравченко Р.І., Хроменков Д.Г., Ільченко Н.М. Визначення суттєвих пожежних характеристик будівельної продукції	65
Краснокутський М.І., Овсяннікова Я.О., Похілько Д.С., Кердивар В.В. Оцінка можливості вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій ксерогільною композицією	67
Крутий Ю.С., Сур'янінов М.Г., Клименко О.М., Вакуленко В.В. Осесиметричний вигин кільцевих пластин на змінній пружній основі	69
Кулаков О.В. Дослідження методів визначення класів вибухонебезпечних зон, що створюються газопароповітряними сумішами	71
Курська Т.М., Григоренко Н.В., Гузій С.Г., Присяжна О.В. Мінеральні суміші на геополімерній основі для вогнезахисту сталевих конструкцій	73
Лаврова І.О., Копилов С.О., Владимиренко В.В. Дослідження гідродинамічних параметрів роторних кавітаторів при обробці нафтових сумішей	75
Ліхачов О.В., Майборода Р.І. Шляхи вирішення проблемних питань обліку суб'єктів господарювання органами ДСНС України	77
Луценко Т.О. Деякі аспекти адміністративної відповідальності	79
Махінко Н.О. Імовірнісний розрахунок сталевих конструкцій зерноскховищ на сейсмостійкість	81
Медвідь І.І., Отрош Ю.А., Skatkov L. Деформування конструкційних сплавів в умовах глибокого охолодження	83
Медвідь І.І. Оптимізація розрахунків будівельних конструкцій	86
Михайлова А.В., Слюсар А.А., Коробкін В.Ф. Щодо аналізу та упорядкування термінології у сфері визначення та оцінювання спроможностей сектору цивільного захисту	88

Назаревич Л.Є., Назаревич А.В. Використання геоінформаційних технологій для моніторингу сейсмоекологічних ризиків	90
Налисько М.М., Купнєвич Л.В., Гваджайя Бежан Д. Використання арочних конструкцій у захисних спорудах цивільного захисту	92
Несен І.О., Тищенко Є. О., Петухова О.А., Журавський М.М. Удосконалення табличного методу оцінки вогнестійкості залізобетонних конструкцій	94
Несенюк Л.П., Кропотов П.П. Стан із надзвичайними ситуаціями та наслідками від них в Україні за 2022 рік	96
Новак С.В., Добростан О.В., Пустовий М.М. Вплив температурного режиму умовної пожежі на необхідну мінімальну товщину одношарових систем вогнезахисту для сталевих конструкцій	98
Нуязін О.М., Борисова А.С., Перегін А.В., Майборода А.О. Дослідження теплового впливу пожежі на фрагменти залізобетонних колон за результатами експериментальних випробувань	100
Пархоменко В.-П.О. Проект рекомендацій для КГП та особового складу пожежно-рятувальних підрозділів з гасіння електроавтомобілів	102
Перпері А.О., Перпері А.М., Сур'янінова Д.В., Отрош В.Ю. Бункер — споруда для зберігання життя цивільного населення в умовах небезпеки	104
Петрова О.І., Шевчук Н.П., Качанова Т.В., Манушкіна Т.М. Сучасні матеріали для вогнезахисту залізобетонних конструкцій агропромислового комплексу	106
Петухова О.А., Черпаха Р.Е. Визначення впливу характеристик пожежних кран-комплектів на захист театрів	108
Поздєєв С.В., Некора О.В., Федченко С.М., Шналь Т.М. Метод ідентифікації механічних характеристик бетону залізобетонних ригелів за результатами вогневих випробувань	110
Полупан В.А., Рашкевич Н.В., Ромін А.В. Важливість забезпечення пожежної безпеки висотних будівель	112
Посєлов Б.Б., Рибка Є.О., Самойлов М.О., Корнієнко Р.В., Веретеннікова Ю.А. Запобігання виникненню пожеж у приміщеннях на основі біспектру динаміки небезпечних параметрів газового середовища при загоряннях	114
Присяжнюк В.В., Семичасівський С.В., Якіменко М.Л., Осадчук М.В., Свірський В.В. Про необхідність обґрунтування параметрів та типів вогнегасників для оснащення колісних транспортних засобів	116
Рашкевич Н.В. Питання актуальності визначення небезпеки ґрунтів для потреб відновлювання уражених територій	118
Рашкевич Н.В., Іванов І. Питання стійкості систем життєзабезпечення	120
Римар Т. І., Станіславчук О. В. Підвищення ефективності водних теплоносіїв в и-подібному геотермальному зонді	122
Рудаков С.В., Горбанєв П.О. Управління пожежними ризиками на житлових об'єктах	124
Рудаков С.В., Захаров М.Е. Дослідження методів управління ризиками у проектах захисту об'єктів від пожеж	126
Рудаков С.В., Сенько В.В. Дослідження алгоритмів управління технічної готовності пожежно-рятувальних підрозділів	128
Самойленко Н.М., Щербина І.М. Вплив війни в Україні на кліматичну безпеку	130
Самсонкін В.М., Соловійова О.С. Цифровізація процесів запобігання надзвичайним ситуаціям на залізничному транспорті	132
Самсонкін В.М., Юрченко О.Г., Мироненко В.К., Соловійова О.С., Булгакова Ю.В. Методика запобігання кризовим ситуаціям на основі оперативного управління ризиками на прикладі залізничного транспорту	134

<i>Самченко Т.С., Ратушний О.В., Нуязін О.М.</i> Оцінка вогнестійкості огорожувальних конструкцій кабельних тунелів	136
<i>Світлична С.Д.</i> Моделювання динамічних деформаційних процесів у захисних контейнерах при детонаційному впливі	138
<i>Семко В.О., Гранько О.В., Арох Р.</i> Панелі стінові із каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих профілів: можливість використання для відновлення пошкоджених великопанельних будинків	140
<i>Сенчихін Ю.М., Дендаренко Ю.Ю.</i> Особливості протипожежного захисту атомних електростанцій	143
<i>Середа Д.В., Балло Я.В.</i> До питання процесів теплообміну між факелом пожежі вітроелектроустановки та суміжними об'єктами	145
<i>Сідней С.О., Березовський А.І., Касярум С.О., Частоколенко І.П.</i> Дослідження поведінки залізобетонної ребристої плити в умовах пожежі	147
<i>Сорока М.М.</i> Область міцності двотаврового армованого перерізу	149
<i>Сур'янінов М.Г., Неутов С.П., Бурдейний Ю.С., Метлицький В.В.</i> Сполучення циліндричної оболонки з бортовими елементами	151
<i>Сур'янінов М.Г., Неутов С.П., Корнеєва І.Б., Кіріченко Д.О.</i> Експериментальні дослідження довгої циліндричної оболонки	153
<i>Сур'янінов М.Г., Крутій Ю.С., Шиляєв О.С., Сівак В.С.</i> Несуча здатність залізобетонних і фібробетонних перехресно-балкових систем	155
<i>Тригуб В.В., Майборода Р.І., Пехов Д.О.</i> Основні принципи розрахунку сталевих конструкцій на вогнестійкість згідно з ЄВРОКОДОМ 3	157
<i>Фещук Ю.Л., Голікова С.Ю., Циганков А.О., Жихарев О.П.</i> Обґрунтування протипожежних відстаней між системами зарядки електромобілів та суміжними об'єктами в гаражах та на автостоянках	159
<i>Холодна О.С., Рашкевич Н.В.</i> Аналіз імпульсної системи димовидалення	161
<i>Холодна О.С., Рашкевич Н.В.</i> Реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків. Гуманітарне розмінування територій	163
<i>Цапко Ю.В., Бондаренко О.П., Мазурчук С.М., Горбачова О.Ю.</i> Ефективність вогнезахисту дерев'яних споруд	165
<i>Чернуха А.А., Іванов Г.О., Куцова Т.О., Полянський П.М.</i> Дослідження вогнезахисту будівельних конструкцій з деревини дубу	167
<i>Юрченко В.О., Мельнікова О.Г., Левашова Ю.С., Косенко Н.О.</i> Корозія бетону споруд водного господарства в умовах біогенної сірчаноокислої агресії	169
<i>Danilin O.</i> The task of simulating individual current movement flow of people	171
<i>Kulakov O., Kustov M., Katunin A., Roianov O.</i> Impact properties of the material of the isolation on the parameters of the loaded cable lines	173
<i>Kuzuk A., Tovarianskyi V.</i> Computer simulation of fires in grain crops	175
<i>Rudakov S., Saimbetova Z.</i> Increasing the effectiveness of the complex of technical means of informing passenger planes in the event of an emergency situation in high-altitude flight conditions	177
<i>Tryhub V., Matushkyn M., Turutanov O.</i> The main differences of the application of eurocodes from the national normative base for determining the fire protection of steel building structures	181

СЕКЦІЯ 2. НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

<i>Винников Ю.Л., Харченко М.О., Єрмоленко Д.А., Акоюн М.К.</i> Осідання існуючих будівель від впливу нового будівництва	183
--	-----

<i>Демчук В.В.</i> Нормативно-правове забезпечення державного регулювання цивільним захистом в сучасних умовах	186
<i>Зайков В.П., Мещеряков В.І., Журавльов Ю.І., Устенко А.С.</i> Управління температурою акумуляторних батарей електроавтомобілів	188
<i>Кулешов М.М.</i> Ризик – орієнтований підхід до системи управління пожежною та техногенною безпекою	190
<i>Маркіна Н.К., Горишнякова Я.В.</i> Наукове обґрунтування та практична реалізація післяпроектного моніторингу на території відкритого видобування розсіпних титанових руд	192
<i>Мещеряков В.І., Зайков В.П., Журавльов Ю.І., Устенко А.С.</i> Розширення температурних умов працездатності пожежного-рятувальника	194
<i>Пономаренко А.В., Рашкевич Н.В.</i> Роль інформаційного забезпечення у сфері цивільного захисту	196
<i>Попов І.І., Толкунов І.О.</i> Оцінка можливих втрат цивільного населення та особового складу підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій в осередках масових пожеж	198
<i>Проценко Є.В., Тригуб В.В.</i> Підтримка прийняття управлінських рішень на основі моніторингу динаміки пожежі	200
<i>Рогальський М.С., Тригуб В.В.</i> Прийняття управлінських рішень при веденні оперативного-тактичних дій на пожежі	202
<i>Ромашкіна М.А.</i> Моделювання процесів теплопровідності за допомогою ПК ЛІРА-САПР	204
<i>Щолокова А.С., Щолоков Е.Е., Майборода Р.І.</i> Системи моніторингу стану конструкцій	206
<i>Усачов Д.В., Тютюник В.В.</i> Система акустичного моніторингу джерел небезпек для об'єктів критичної інфраструктури міста	208
<i>Teslenko O.</i> Normative act mathematical algorithm linearization	211

СЕКЦІЯ 3. РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТА ЛІКВІДАЦІЯ ЇХ НАСЛІДКІВ

<i>Баланюк В.М., Мирошкін В.С., Гарасим'юк О.І., Пастухов П.В.</i> Особливості екранування теплового випромінювання вогнегасними аерозолями	214
<i>Басманов О.Є., Максименко М.В.</i> Тепловий вплив пожежі на покрівлю резервуара з нафтопродуктом	217
<i>Басманов О.Є., Олійник В.В.</i> Метод визначення параметрів просочення рідини в ґрунт	219
<i>Безугла Ю.С.</i> Виявлення та ліквідації наслідків гідродинамічної надзвичайної ситуації	221
<i>Бісик С.П., Богомаз В.М., Боренко М.В., Борисенко А.М.</i> Про задачу ефективного розподілу робіт між наявною технікою при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій	223
<i>Гасієв С.Д.</i> Використання міно-пошукових собак для пошуку інженерних боєприпасів	225
<i>Гурецька С.П., Калашченко С.І.</i> Використання шкідливих звичок як механізмів медико-психологічного захисту студентами-медиками в умовах війни	227
<i>Доценко В.В.</i> Стратегії підтримки сімей учасників бойових дій та ліквідації наслідків війни	229
<i>Загора О.В., Феценко А.Б.</i> Моделі напівпрозорих перепон локальної RTLS-системи району надзвичайної ситуації	231

Карпов А.А., Кустов М.В., Männig D. Аналіз небезпеки вибухонебезпечних предметів	233
Коваленко Р.І., Назаренко С.Ю. Діагностування технічного стану пожежних рукавів високого тиску	235
Коваль Р.Р., Ємельяненко С.О. Оцінювання ризиків матеріальних збитків у готелях внаслідок пожеж та надзвичайних ситуацій	237
Ковальов О.О., Неклонський І.М. Модель руху безпілотної літальної апарату в зоні надзвичайної ситуації	239
Кодрик А.І., Стилик І.Г., Борисов А.В., Тітенко О.М., Мороз О.І. Вогнегасні речовини на основі гідроксиду алюмінію	241
Коломієць В.С. Проведення аварійно-рятувальних робіт в завалах зруйнованих будівель та споруд	244
Коханенко В.Б. Що до необхідності технічного переоснащення оперативно-рятувальної служби ДСНС	246
Криворучко Є.М., Дубінін Д.П. Застосування установки пожежогасіння дрібнодисперсними водяними струменями в сучасних умовах	248
Левтєров О.А., Стативка Є.С. Вплив густини задимлення на параметри акустичного пристрою спорядження рятувальника	250
Ліхнівський Р.В., Цапко Ю.В., Коваленко В.В., Оніщук А.Є. Щодо застосування газових вогнегасних сумішей на основі галонів 1301 й 2402	253
Луц В.І., Штангрет Н.О., Великий Я.Б. Комп'ютерне моделювання параметрів взаємодії фракцій крапель води з повітряним потоком у високотемпературному середовищі	255
Льовін Д.А., Савельєв І.В., Стрілець В.М. Особливості формування комплексу моделей імітаційної оцінки системи «рятувальник – засоби захисту та забезпечення аварійно-рятувальних робіт – НС»	258
Маслакова А.О., Андрєєв С.М. Використання геоінформаційних технологій для побудови картографічних моделей зруйнованих територій	260
Матухно В.В. Підвищення безпеки групи нетехнічного обстеження на небезпечній території	262
Меламед Л.О., Калашченко С.І. Вплив війни на порушенню сну у цивільного населення	264
Орел С.М. Екологічні наслідки вибухів польових складів боєприпасів	266
Останов К.М. Особливості гасіння пожеж у підвагонному просторі вагонів метро	268
Панчишин Ю.І. Використання універсальних рятувальних носилок під час виконання пошуково-рятувальних операцій	270
Пастернак В.В. Комп'ютерно-імітаційне моделювання неоднорідного середовища з елементами еліпсоподібної нерегулярної форми	272
Пастернак В.В. Моделювання неоднорідних середовищ на основі обчислювальних методів програмного комплексу ABAQUS	274
Пастернак В.В., Рубан А.В. Розробка комп'ютерно-імітаційної моделі для дослідження неоднорідних середовищ	276
Поліщук Д.В. Покращення методики знищення бетонобійних та бронебійних снарядів	278
Придатко В.В., Придатко О.В. Визначення оптимальних місць дислокації пожежних депо	280
Присяжнюк В.В., Ніжник В.В. Обґрунтування параметрів засобів димо- та тепловидалення, які характеризують ефективність його функціонування	282
Присяжнюк В.В., Свірський В.В. Дослідження сучасного аварійно-рятувального обладнання для рятування людей із під завалів будинків та споруд	284

Соловійов І.І., Стрілець В.М. Аналіз ефективності застосування нових технічних засобів для підвищення ефективності підйому вибухонебезпечного предмету з глибини	286
Соловійов І.І., Стрілець В.М. Аналіз особливостей ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних з підводним розташуванням вибухонебезпечних предметів, в провідних країнах світу	288
Степанчук С.О. Збільшення часу розмінування радіаційно-забруднених територій за рахунок правильно підібраних засобів індивідуального захисту шкіри	290
Толкунов І.О., Іванець Г.В., Попов І.І. Математична модель щодо очищення території України від вибухонебезпечних предметів	292
Трегубов Д.Г., Дадашов І.Ф., Нуязін В.М., Христин О.В. Вплив кластерної природи речовини на ефективність гасіння горючих рідин	295
Федоряка О.І., Кустов М.В. Особливості програмної реалізації методу територіального розміщення пожежних підрозділів різної функціональної спроможності	297
Фещенко А.Б., Загора О.В. Обґрунтування вимог до ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту відомчої цифрової телекомунікаційної мережі	299
Kuziakın O., Saprykin R., Zaitsev R., Minakova K., Kirichenko M. Thermal-electric solar installation for energy supply in conditions of infrastructure damage	301
Leliuk S., Shepotko Ye., Minakova K., Zaitsev R., Kirichenko M. Testing of solar collector base model for emergency photovoltaic system	304
Shkoda D., Khrypunov M., Kirichenko M., Minakova K., Zaitsev R. Development of CdTe based fast switching structures for protection electronic equipment from artificial electromagnetic pulses	307

СЕКЦІЯ 4. ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ, РАДІАЦІЙНИЙ ТА ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ

Бойко Ю.М., Мельник В.Г., Луцак О.О., Ряба Н.С., Гришина К.В. Застосування досвіду реагування на радіаційні загрози на Чорнобильській АЕС та можливість їх впровадження при різних інцидентах на АЕС України	310
Гапон Ю.К., Кустов М.В., Михайловська Ю.В., Чиркіна М.А. Встановлення кінетичних закономірностей корозії труб зі сплавів Zr1Nb	313
Гапон Ю.К., Трегубов Д.Г., Слепужніков Є.Д., Харламов М.І. Гальванічне формування потрійних композиційних покриттів на основі вольфрама та молібдена	315
Горнескуль М.М., Кудін О.М., Андрющенко Л.А., Борисенко В.Г., Толстолуцький К.А. Вогнестійке захисне покриття з підсиленою адгезією до тканинної підкладки	317
Гуріна Г.І., Дружинін Е.І., Скрипинець А.В., Саєнко Н.В. Нові лакофарбові матеріали з низьким вмістом VOC Для зниження емісії токсичних розчинників	319
Данченко Ю.М., Андронов В.А., Олійник Г.С. Потенціометричні методи дослідження кислотно-лужних властивостей поверхні дисперсних матеріалів	321
Каращук В.В. Деякі актуальні питання у нормативно правових актах України з питань хімічної безпеки та захисту	323
Мазурчук С.М., Цанко Ю.В., Горбачова О.Ю., Цанко О.Ю. Технологія виготовлення та надійність фанери на сухих клеях	325
Макаренко В.С., Кіресєв О.О. Дослідження властивостей багатокомпонентних систем пожежогасіння на основі легких сипучих матеріалів	327

Машиністов В.Є., Балакін В.Ф., Романько Я.В., Мешкова А.Г. Забезпечення радіаційної безпеки забруднених радіонуклідами речовин шляхом їх перемішування	329
Мінська Н.В., Кулинич Ю.В., Бобрін М.М. Дослідження наноструктур оксиду цинку для виявлення вибухонебезпечних і легкозаймистих газів	331
Скородумова О.Б., Тарахно О.В., Бабаєв А.М., Чернуха А.А. Дослідження фосфорвмісних кремнеземистих покриттів на основі рідкого скла для вогнезахисту текстильних матеріалів	332
Скородумова О.Б., Шаршанов А.Я., Чеботарьова О.М., Курепін В.М., Mashkov V. Оптимізація складів вогнезахисних композицій для текстильних матеріалів в системі гель кремнекислоти - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ - $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	334
Скрипинець А.В., Саєнко Н.В., Биков Р.О., Саєнко Л.В. Дослідження ефективності застосування епоксиретанових демпфуючих елементів у системах віброударозахисту	336
Трегубов Д.Г., Слепужніков Є.Д., Чиркіна М.А., Майборода А.О. Моделювання надмолекулярних особливостей процесів ініціації вибуху	338
Тульський Г.Г., Ляшок Л.В., Васильченко О.В., Литвинова Т.М., Скатков Л.І. Електрохімічний синтез нанопористих електропровідних матриць для створення композиційних матеріалів	340
Цанко Ю.В., Бондаренко О.П., Мазурчук С.М., Горбачова О.Ю. Ефективність вогнезахисту дерев'яних споруд	342
Шабанова Г.М., Тараненкова В.В., Миргород О.В., Пирогов О.В. Аналіз деяких експериментальних даних потрійних сполук системи $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3$	344
Шахов С.М., Виноградов С.А., Грищенко Д.В. Аналіз фізико-хімічних властивостей модифікованих добавок та механізм їх вогнегасної дії	346
Шахов С.М., Виноградов С.А., Кодрик А.І., Тітенко О.М. Удосконалення дослідного зразку системи генерування компресійної піни	348
Шишкіна О.О., Домнічев А.О. Підвищення швидкості формування структури бетону та величини його міцності при тепловій обробці виробів	350
Lebedeva K., Cherkashina A., Tykhomyrova T., Lebedev V., Bordun I. Study of smart bioactive humic-polymeric hydrogel transdermal materials	352
Lebedev V., Miroschnichenko D., Shestopalov O., Hrubnik A., Nyakuma B. Study of polymer inorganic composites for electromagnetic radiation absorption using potassium titanates	354
Melnychenko A., Kustov M., Mykhaylova L. Forecasting the consequences of emergency situations at chlorine storage facilities	356
Starokadomsky D., Reshetnyk M., Effects of thermo-hardening and thermo-plastification at 200–280 °C for microfilled epoxy-composites. examples for filling by siliconcarbide, titaniumnitride, gypsum G5 and cement M400	358
Tarasov V., Shpilinskaja O., Trefilova L., Hapon Y., Dubtsov I. Composite material $\text{ZnS(Ag)}^6\text{LiF}$ with improved performance for thermal neutron detection	360

СЕКЦІЯ 5. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Артем'єв С.Р., Прохоренков В.В. Передумови виникнення ризиків травматизму працівниками залізничного транспорту	362
Бондаренко О.О. Методи визначення екологічної небезпеки промислових підприємств	364
Бригада О.В. Проникність засобів індивідуального захисту органів дихання для скловолокна	366

Брикульська М.В. Екологічна безпека об'єктів навколишнього середовища в контексті динаміки інфекційних захворювань	368
Букаченко Н.О., Єршова Н.Ю., Зінченко М.Г. Удосконалення технології процесу очищення миючих розчинів та управлінських процедур для забезпечення екологічної безпеки довкілля	370
Войналович О.В., Гнютюк О.А. Аналіз напрямів працевпоронної діяльності в Україні з огляду на відповідні задекларовані ініціативи Європейського Союзу	372
Войналович О.В., Тимочко В.О. Аналіз елементів системи відстеження та оцінення ризиків на робочих місцях аграрного підприємства	374
Ворожбіян М.І., Брусенцов В.Г., Іващенко М.Ю., Скрипник О.С. Актуальні питання охорони праці на залізничному транспорті в сучасних умовах	376
Говаленков С.В., Карпенко В.С. Проблеми безпеки при аварії в резервуарному парку	378
Головахіна А.О., Роменська Ю.В., Горносталь С.А. Альтернативні технології захисту родючості ґрунтів	380
Демент М.О. Аналіз та нормування високотемпературного випромінювання на робочих місцях	382
Древаль Ю.Д. Міждисциплінарний аспект викладання навчальної дисципліни «Державне управління охороною праці та техногенною безпекою»	384
Епоян С.М., Айрапетян Т.С., Гайдучок О.Г., Благодарна Г.І., Костенко О.Г. Дослідження комбінованого горизонтального відстійника для питного водопостачання	386
Зошук Д.Д., Сабада І.С., Рашкевич Н.В. Загрози для пожежних під час ліквідації природних пожеж на забруднених територіях	388
Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Дармофал Е.А. Відомі сучасні методики комплексної оцінки якості води, що придатні для прогнозування екологічного стану поверхневих водних об'єктів	390
Ковальов О.О., Тарадуда Д.В., Рагімов С.Ю. Використання золи та шлакових відходів теплових електростанцій як техногенної сировини для видобутку ванадію та нікелю	392
Колошко Ю.В., Груздова В.О. Вплив екологічних питань для потреб пожежної безпеки у Збройних силах України	394
Кондратьєв А.В., Гайдачук О.В., Набокіна Т.П., Шаповал С.В., Семків О.М. Оптиміальні технологічні параметри сполучного для зниження забруднення атмосферного повітря та покращення ефекту викидів при виробництві композитів	396
Ладанець Т.В., Цимбал Б.М., Петрищев А.С. Удосконалення умов праці листоноші АТ «Укрпошта»	398
Лантій П.О. Інформаційне забезпечення екологічного проектування	400
Лихошерст Д.К., Ільїнський О.В. Аналіз впливу діяльності одеського припортового заводу на екологічний стан атмосферного повітря	402
Ліхо О.А., Вознюк Н.М., Гакало О.І., Скиба В.П. Формування ризиків при водозабезпеченні населення Рівненської області в умовах воєнного стану	404
Макаренко С.С., Тригуб В.В. Управління безпекою газодимозахисників на пожежі	406
Макаров Є.О., Андронов В.А., Басманов О.Є. Математична модель процесу осадження шламу в стічних водах після електрокоагуляційної очистки	408
Малько О.Д. Забезпечення безпеки і гігієни праці у пожежній службі Німеччини	411
Малько О.Д., Перегуда О.В. Інноваційні підходи до забезпечення безпеки праці працівників агропромхолдингу «Астарта-Київ»	413

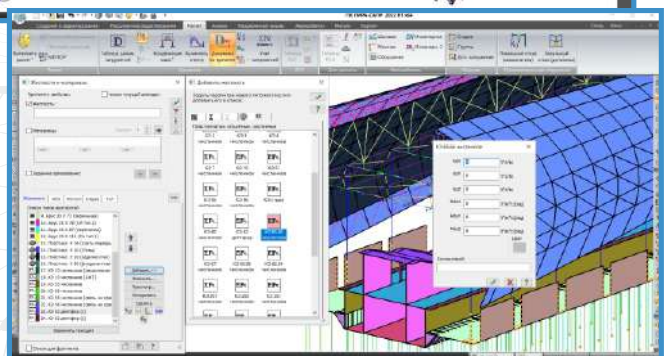
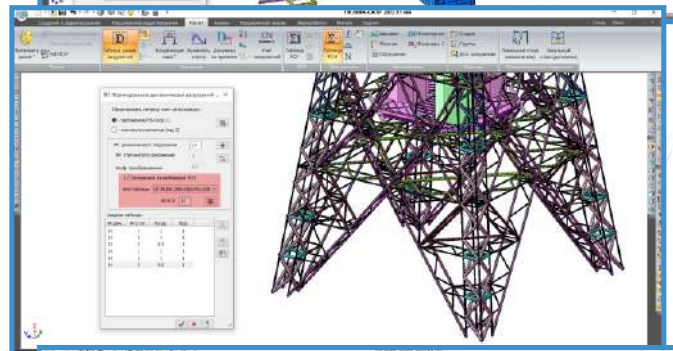
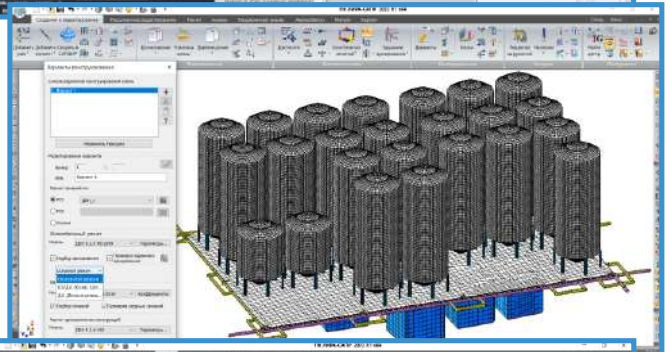
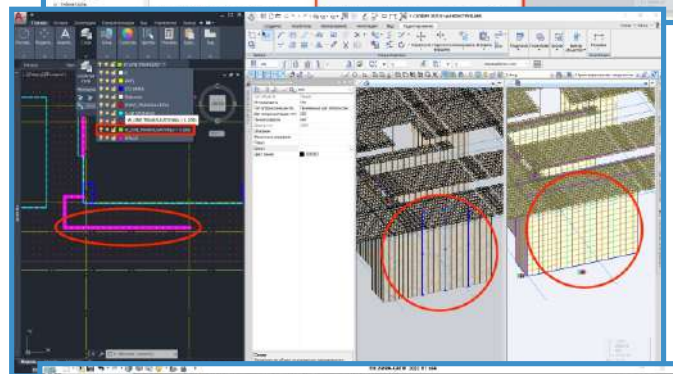
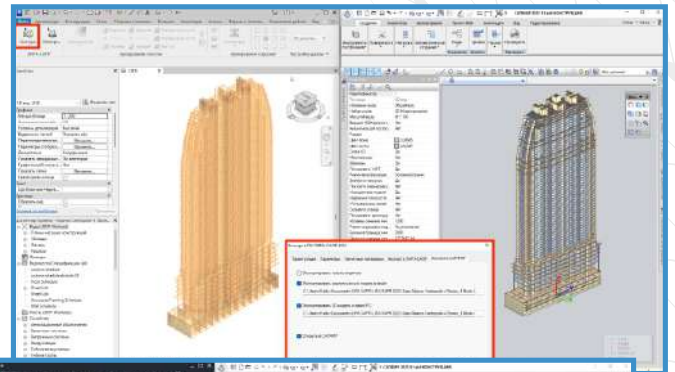
Марченко О.В., Цимбал Б.М. Аналіз професійних ризиків працівників цеху з виробництва твердих лікарських форм фармацевтичної фірми «Дарниця»	415
Михайловська О.В., Зоценко М.Л. Утилізація відходів буріння при бурінні свердловин на родовищах Західного нафтогазоносного регіону України	417
Мінська Н.В., Шевченко Р.І., Пономаренко Р.В. Потенційні небезпеки при гасінні пожеж на об'єктах з фотоелектричними станціями	420
Неменуца С.М., Фесенко О.О., Лисюк В.М. Поліпшення управління охороною здоров'я та безпекою праці на підприємствах харчової промисловості	422
Панченко О.І. До питання нещасного випадку на виробництві як підстави для відшкодування моральної шкоди працівнику	424
Петрушка І.М., Лацик Н.В., Кулик М.П. Комплексна техніко-екологічна оцінка процесу отримання цементу	426
Проскурнін О.А., Цапко Н.С., Василенко С.Л. Загроза евтрофування водойми внаслідок скидання стічних вод	428
Сидоренко В.Л., Пруський А.В., Єременко С.А., Тищенко В.А. Управління професійними ризиками в умовах невизначеності	430
Ткаченко В.А., Цимбал Б.М. Аналіз стану безпеки та гігієни праці на робочому місці слюсара-ремонтника металургійної промисловості	432
Чеберячко С.І., Шароватова О.П. Професійний стрес та професійне вигорання як фактори оцінки ризиків трудової діяльності	434
Шароватова О.П., Біляк А.О. Психосоціальна підтримка на робочому місці як нагальна потреба сучасності	436
Шароватова О.П., Морозов А.І. Гендерні основи безпеки та професійної діяльності в контексті підготовки майбутніх фахівців-екологів	438
Яцух О.В., Зоря М.В. Сучасні підходи до розрахунку професійного ризику виробництва	440
Вутенко Е. The use of layered double hydroxides for the absorption of the pollutants from the waters of rivers and seas	442
Kondratenko O., Koloskov V., Koloskova H., Babakin V. Studying of properties and rational composition of ecosafety building materials based on slag-and-ash waste from masute fuel and coal combustion at heat-and-electric power station	444
Petryshchev A., Tsymbal B. Problems of increasing the level of occupational safety and hygiene regarding the risk of harmful effects by humans from the components of metallurgical waste	446
Rybalova O., Lutek W. Composting of household organic waste	448
Umerenkova K., Borysenko V., Kondratenko O., Lievtierov A. Determination of thermophysical properties of alternative motor fuels as an aspect of environmental aspect of internal combustion engines	450



ЛІРА-САПР®

Програмний комплекс для розрахунку, проектування, моделювання процесів життєвого циклу будівельних конструкцій

- Реалізація технології BIM. Двосторонній зв'язок Revit - ЛІРА-САПР - Revit, Tekla - ЛІРА-САПР - Tekla. Інтеграція з AutoCAD, ArchiCAD, Advance Steel, Allplan, СТАРКОН, Gmsh, MS Word, MS Excel, та ін.
- Потужний багатофункціональний процесор, який реалізує швидкодіючі алгоритми складання і рішення систем рівнянь з порядком до декількох мільйонів невідомих.
- Розвинена бібліотека скінченних елементів, що дозволяє створювати комп'ютерні моделі практично будь-яких конструкцій,
- Моделювання процесів життєвого циклу конструкцій та конструктивних систем, які включають моделювання процесу зведення, прогресуючого обвалення, зміни НДС в часі і ін.
- Суперелементне моделювання з візуалізацією на всіх етапах розрахунку, що дозволяє зняти будь-які обмеження на розмір розв'язуваної задачі.
- Можливість розрахунку на різні види динамічних дій (сейсміка, вітер з урахуванням пульсації, вібраційні навантаження, імпульс, удар, відповідь-спектр, сейсміка на основі акселерограми). Для сейсмічних впливів реалізовані норми України, Казахстану, Азербайджану, Грузії, Франції, Алжиру, Росії, Турції та ін.
- Модулі врахування фізичної нелінійності на основі різних нелінійних залежностей $s-\epsilon$, що забезпечують можливість комп'ютерного моделювання процесу навантаження моно- і бі-матеріальних залізобетонних конструкцій з дослідженням тріщиноутворення, проявом деформацій повзучості і текучості аж до отримання картини руйнування конструкції.
- Модулі врахування геометричної нелінійності, що дозволяють проводити розрахунок таких конструкцій, як гнучкі плити, оболонки окремі канати, вантові ферми, висячі покриття, тенти, мембрани і ін.

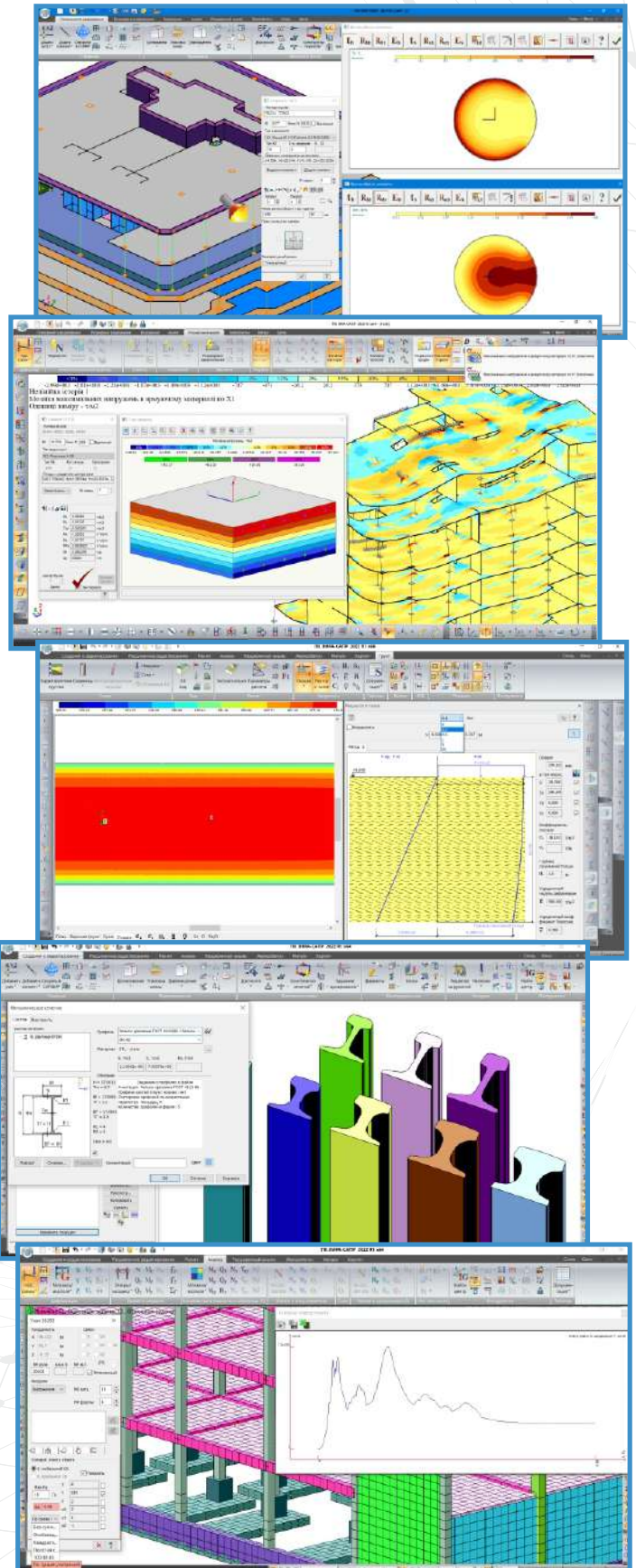




ЛІРА-САПР®

Програмний комплекс для розрахунку, проектування, моделювання процесів життєвого циклу будівельних конструкцій

- Розрахунково-графічна система Теплопровідність. Нелінійна теплопровідність для стержневих, пластинчастих та об'ємних КЕ. Можливість створювати закони зміни коефіцієнта теплопровідності, коефіцієнта теплоємності та питомої ваги залежно від температури.
- Розрахунково-графічна система Вогнестійкість. Автоматизований підбір армування для забезпечення необхідної межі вогнестійкості залізобетонних і сталезалізобетонних конструкцій за ознакою втрати несучої здатності згідно з нормами СТО 36554501-006-2006 та ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2: 2012.
- Системи для розрахунку і проектування залізобетонних, армокам'яних і сталевих конструкцій відповідно до нормативів країн України, Казахстану, Росії та Європи.
- Розрахунково-графічна система Грунт.
- Розрахунково-графічна система Конструктор перерізів.
- Прогресуюче обвалення - спеціалізована система, яка відповідає чинним рекомендаціям для моделювання поведінки конструкцій будівель і споруд у разі аварійних впливів, що викликали локальні руйнування окремих несучих елементів.
- Спеціалізований документатор, що дозволяє формувати звіт, що складається з текстової, табличної і графічної інформації з формуванням файлів для MS Office.



www.liraland.ua

+38 044 5905886 info@liraland.com.ua



@liraland

Наукове видання

«Problems of Emergency Situations»

*Матеріали
Міжнародної науково-практичної конференції
19 травня 2023 року*

Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків : Національний університет цивільного захисту України, 2023. 464 с.

укр. і англ. мовами

За зміст публікацій відповідальність несуть автори

61023, Україна, м. Харків, вул. Чернишевська, 94

Відповідальний за випуск: Ю. А. Отрош

Технічні редактори: Н. В. Рашкевич, О. В. Васильченко, Ю. А. Отрош, Ю. В. Михайловська

Підписано до друку 17.04.2023

Друк. арк. 53,6

Тир. 100

Ціна договірна

Формат 60x84 1/16

Віддруковано: ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»

61024, Харків, вул. Гуданова, 18.

Тел.: 0800-33-67-62.

www.madrid.in.ua info@madrid.in.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4399 від 27.08.2012 року