



*ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ
ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ*

***НАУКА ПРО ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ
ЯК ШЛЯХ СТАНОВЛЕННЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ***

МАТЕРІАЛИ

***Всеукраїнської науково-практичної конференції
курсантів, студентів, ад'юнктів (аспірантів)***

16 травня 2024 року

м. Черкаси

Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, ад'юнктів (аспірантів). – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024. – 418 с.

Рекомендовано до друку на засіданні Наукового товариства курсантів (студентів), ад'юнктів (аспірантів) та молодих вчених ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (протокол № 5 від 03.05.2024)

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі комісією з питань роботи із службовою інформацією в ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (протокол № 7 від 09.05.2024)

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Змага Яна Василівна – доцент кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж факультету оперативно-рятувальних сил ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, кандидат технічних наук, доцент.

Пелипенко Микола Миколайович – старший науковий співробітник наукового відділу ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, кандидат педагогічних наук.

Бас Олег Володимирович – доцент кафедри організації заходів цивільного захисту факультету цивільного захисту, голова наукового товариства курсантів (студентів), ад'юнктів (аспірантів) та молодих вчених ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, кандидат технічних наук.

Змага Микола Іванович – викладач-методист – начальник караулу навчальної пожежно-рятувальної частини, секретар наукового товариства курсантів (студентів), ад'юнктів (аспірантів) та молодих вчених ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, доктор філософії.

Reviewers:

Yana ZMAHA – assistant professor of the Department of Physical and Chemical of Fire Development and Extinguishing of the Faculty of Operational and Rescue Forces of Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Protection of Ukraine, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

Mykola PELYPENKO – senior researcher of the Scientific Department of Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Protection of Ukraine, Candidate of Pedagogical Sciences;

Oleh BAS – assistant professor of the Department of Organization of Civil Protection Measures of the Faculty of Civil Protection, the head of Scientific Community of Cadets (Students), Service Students (Postgraduates) and Young Scientists of Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Protection of Ukraine, Candidate of Technical Sciences;

Mykola ZMAHA – teacher-methodologist – head of the guard of the training fire and rescue unit, secretary of Scientific Community of Cadets (Students), Service Students (Postgraduates) and Young Scientists of Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Protection of Ukraine, Doctor of Philosophy.

Збірник сформовано за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів «Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених», яка відбулася 16 травня 2024 року на базі Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України. В матеріалах висвітлено актуальні та цікаві питання, пов'язані із найновішими досягненнями науки і практики у сфері пожежної і техногенної безпеки та психології.

Матеріали збірника систематизовані відповідно до визначених тематичних напрямів конференції: цивільна безпека та охорона праці; пожежна та техногенна безпека; гасіння пожеж та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій і аварійно-рятувальна техніка; природничі, фундаментальні науки та інформаційні технології у забезпеченні пожежної і техногенної безпеки; психологічне забезпечення та гендерна рівність у сфері безпеки. Збірник орієнтований на широке коло читачів, які цікавляться питаннями пожежної і техногенної безпеки та психології.

- розробку заходів по безаварійній зупинці виробництва у разі збоїв в постачанні енергії (теплової, електричної, пари, газу), води та сировини;
- забезпечення стійкого управління виробництвом при надзвичайній ситуації;
- створення та підготовку з призначення спеціалізованих і невоєнізованих формувань до дій у надзвичайних ситуаціях;
- створення запасу матеріалів на випадок швидкої ліквідації неполадок та збоїв у роботі, локалізації і ліквідації аварій на технологічному обладнанні, агрегатах, механізмах і інших засобах виробництва.

Підготовка об'єкта господарської діяльності до стійкої роботи у надзвичайній ситуації проводиться завчасно шляхом виконання інженерно-технічних заходів, які направлені на попередження або максимальне зниження впливу будь якого стихійного лиха, аварій і катастроф.

Інженерно-технічні заходи передбачають:

- підвищення стійкості будинків і споруд;
- захист технологічного обладнання та інженерних комунікацій;
- попередження і зменшення ризику виникнення аварій на потенційно небезпечних об'єктах.

Таким чином, організаційні і інженерно-технічні заходи втілюються комплексно, з охоптом усіх питань, від яких залежить безаварійна робота об'єктів, з урахуванням їх виробничих і територіальних особливостей, з притягненням усіх ланок управління промислової діяльності. Попередити надзвичайні ситуації техногенного походження дешевше, ніж ліквідувати їх наслідки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кодекс Цивільного захисту України.
2. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Ідентифікація об'єктів підвищеної безпеки. – Х.: УЦЗУ, 2007.- С. 3 – 36.
3. Михайлюк О.П., Олійник В.В. Пожежна безпека об'єктів підвищеної безпеки. – Х.: УЦЗУ, 2010 - 343 с.
4. Гіроль М.М., Техногенна безпека - Рівне: УДУВГП, 2004.- 452с.
5. Шоботов В.М. Цивільна оборона – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.

ВРАХУВАННЯ КЛАСТЕРНОЇ БУДОВИ РЕЧОВИНИ ПІД ЧАС ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

*Флора ТРЕГУБОВА, Сергій КРУПСЬКИЙ
Дмитро ТРЕГУБОВ, канд. техн. наук, доцент
Національний університет цивільного захисту України*

Актуальність встановлення значень параметрів пожежної безпеки пов'язана з такими напрямками діяльності, як здійснення контролю за відсутністю утворення горючого середовища та виникнення джерел запалювання, а також потребою добору вогнегасних речовин та їх витрат на процес пожежогасіння речовин та матеріалів. Ці параметри визначають дослідним та розрахунковим шляхом. У практичних розрахунках їх пов'язують з певними фізико-хімічними властивостями речовини у вигляді парних кореляцій. Але будь-яка модель має неточності та застосовує спрощення. Як наслідок – прогнозування пожежної безпеки має низьку точність. Одним з не врахованих факторів є вплив міжмолекулярної взаємодії.

Приймаємо, що найменші кластери *n*-алканів конденсованих станів, у водному розчині, у під час ініціювання горіння є подібними. Індикаторами змін кластерної будови речовини вважаємо динаміку характерних температур у гомологічному ряду: плавлення $t_{пл}$, спалаху $t_{сп}$, кипіння $t_{кип}$, самоспалахування $t_{сс}$, а також розчинність у воді γ . Ці параметри порівнювали з параметрами пожежної небезпеки: нормальна швидкість полум'я U_n , концентраційні межі поширення полум'я ϕ (КМПП), максимальний тиск вибуху P_{max} , мінімальна енергія запалювання E_{min} . Якщо певний параметр має ступінчастість, вважаємо, що у гомологічному ряду є періодичні зміни у будові кластерів. Якщо для різних параметрів є синхронність таких змін, то вважаємо, що і структурні зміни кластерів відбуваються схожим чином.

Приймаємо, що причиною відхилень є різниця у геометрії кластеризації молекул та координаційному числі кластеру. Тоді модулюючим параметром властивостей речовини є її еквівалентна довжина. Припускаємо, що кластери з однаковою довжиною кластеру $n_{секв}$ (та вільного пробігу електрону) за умови рівності молярних мас M будуть мати однакову $t_{пл}$ [1]. Ця умова утворює показник легкості плавлення як $n_M = n_{секв} M^{0.2}$. Тоді $t_{пл} = 525n_M^{0.12} - 900$, °C. За цією формулою за відомою $t_{пл}$ можна добрати відповідний розмір кластеру. Між $t_{пл}$ та $t_{кип}$ *n*-алканів існує лінійний взаємозв'язок: $t_{кип} = t_{пл} + 0,707M + 109$, де M – молярна маса *n*-алкану.

Для оцінки можливості конденсації кластерів горючої речовини у фронті полум'я приймаємо, що конденсуватися буде димер пероксидного кластеру, який буде аналогом тетрамеру молекули горючої речовини. Тоді можна оцінити $t_{пл}$ кластеру.

Дослідження процесів горіння, самозаймання вугілля, обмаслених матеріалів фіксують пероксидні сполуки або комплекси як проміжні [2]. Для газоповітряних сумішей можна передбачити аналогічну стадію. Тоді прогнозування процесів горіння та параметрів пожежної небезпеки можна проводити шляхом моделювання будови пероксидних кластерів. Помічено оберненопропорційну подібність між $t_{пл}$ і $t_{сс}$ [3] – між твердим станом та температурою ініціювання полум'я. Тобто у полум'ї утворюються надмолекулярні важкі структури, яким легше конденсуватися. Таке припущення можна перевірити шляхом виявлення пульсаційності інших параметрів горіння або пожежної небезпеки у гомологічних рядах.

Синхронну інтенсивність зміни продемонстрували U_n та інтенсивність зміни $\Delta\Delta t_{сп}$, частково – параметр зміни ширини КМПП $r_{\Delta\phi}$. Подібність в асинхронності продемонстрували E_{min} та $\Delta\Delta f(\gamma)$. Такі збіги свідчать про подібність надмолекулярної будови. Для E_{min} і P_{max} є слабка пульсаційність, а для E_{min} – протиколівальна подібність з γ . Це тому, що E_{min} визначає не поширення горіння, а прогрів найменшого об'єму, достатнього для формування пероксидної надмолекулярної структури, яка має подібність до аналогічної структури у водному розчині. З іншого боку, що температура горіння метану занижена, а $t_{сс}$ завищена, що формує завищене значення E_{min} . Натомість P_{max} визначається максимальною температурою вибуху та утворенням додаткової кількості молей у продуктах вибуху. Тобто P_{max} визначається не кластерною будовою, а матеріальним та енергетичним балансами процесу перетворення.

Оскільки є подібність між розчинністю *n*-алканів у воді й умовою їх самоспалахування, то виникнення горіння можна описати агрегацією усіх молекул горючої речовини з усіма молекулами кисню суміші у суцільну полімероподібну структуру. В цій структурі можна виділити найменший базовий кластер, який визначає її властивості. Для кожного виду виникнення та поширення горіння існує певна пероксидна пропорція та відповідна структура, якою можна описати межі горіння. Але незалежно від кількості агрегованих «кисневих» груп можна говорити

про каркасну довжину кластеру з урахуванням «кисневих» містків. Такі моделі було створено для опису $t_{пл}$ та у н-алканів [4].

Короткі н-алкани мають аномальні властивості: метан та етан – завищені $t_{пл}$ та занижені $t_{сс}$ і розчинність у воді. Тому для моделювання $t_{пл}$, $t_{сс}$ та у метану прийнято гексамерну будову, для етану – тримерну. На підставі раніше розробленого показника «легкості плавлення» створено формулу для опису залежності $t_{сс}(n_c)$ н-алканів: $t_{сс} = -204,6 \ln(10n_{MCC} - 9) + 1440,9$, °C, де n_{MCC} – модифікований показник легкості плавлення для опису кластерної будови за самоспалахування, $n_{MCC} = n_{еквСС} M^{0,2}$; $n_{еквСС}$ – еквівалентна довжина пероксидного кластеру вуглеводню у повітряній суміші під час самоспалахування [5].

Утворення у момент ініціювання горіння більш високомолекулярних пероксидних структур у вигляді димерів або полімерної сітки створює полегшені умови для процесів конденсації. У фронті полум'яного горіння тиск поступово збільшується до максимального – до 10 разів. За таких умов $t_{кип}$ н-гексану, якщо спиратись на відому залежність від тиску, з 341К збільшиться в 1,3 рази до 441 К. Близьку $t_{кип}$ має нормальний декан, тоді для н-гексану за димеризації можна очікувати зростання $t_{пл}$ з 178 К в 1,35 рази до 243 К.

Розроблені моделі пероксидних пропорцій для опису КМПП передбачали як димерні, так й тетрамерні структури. Тоді довжина конденсованого пероксидного кластеру н-гексану буде ще у 2 рази більшою: для димерів димерних структур з врахуванням пероксидних містків – 28, що передбачає $t_{пл} = 279$ К та $t_{кип} = 527$ К; для димерів тетрамерних структур з урахуванням пероксидних містків – 56, що передбачає $t_{пл} = 334$ К та $t_{кип} = 705$ К. Для н-алканів з $n_c = 1-20$ існує співвідношення $t_{кип}/t_{сп} = 1,3-1,4$ за розрахунку у «К», тоді $t_{сп}$ (як індикатор горючих концентрацій для точки роси) пероксидних димерів н-алканів можна оцінити як 180–700 К, для тетрамерів – 300–1100 К. Тому за температур у зоні полум'я, де починається пероксидна кластеризація, менших за означені для відповідних н-алканів, така кластеризація відбудеться.

Якщо розглянути перехід газової фази у рідину, то існує різниця густини, а тому й шару, на 3 порядки. Стехіометрична концентрація повного згоряння н-алкані вимагає наявності 7–9 молекул кисню на 1 карбонову ланку вуглеводню, тобто умовно шар газоповітряної суміші, який може утворити цільну мономолекулярну плівку конденсату, має бути ще в 10 разів більш товстим. 10000 шарів молекул – це близько 0,01 мм, що відповідає дослідженій товщині фронту полум'я [2]. Тобто конденсаційна модель дозволяє описати процеси у полум'ї.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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.

2. Тарахно О. В., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Коврегін В. В. Основні положення процесу горіння. Виникнення процесу горіння. Харків: НУЦЗ України, 2020. 408 с. URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11382>.

3. Трегубов Д. Г., Трефілова Л. М. Нелінійність зміни параметрів пожежної небезпеки у гомологічному ряду н-алканів. III Int. Sci. and Theor. Conference «Technologies and strategies for the implementation of scientific achievements», Stockholm, Kingdom of Sweden. 2023. P. 40–43.

4. Трегубов Д. Г. та ін. Аналіз співвідношення властивостей у гомологічних рядах вуглеводнів з метою врахування наявності надмолекулярної будови речовини. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 38. С. 96–118.

5. Tregubov D., Slepuzhnikov E., Chyrkina M., Maiboroda A. Cluster Mechanism of the Explosive Processes Initiation in the Matter. Key Engineering Materials. 2023. Vol. 952. P. 131–142.

<i>Анастасія МАЦАКОВА, Ярослав РАДІОНОВ, Оксана МИРГОРОД</i> ДЕЯКІ ВИДИ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ	198
<i>Микола МІЩЕНКО, Ірина РУДЕШКО</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ ДЛЯ УКРАЇНИ І КРАЇН ЄВРОПИ	199
<i>Анастасія ОЛЕНЮК, Віктор КОВАЛЬСЬКИЙ</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ ВІД УДАРНИХ ВИБУХОВИХ ХВИЛЬ	201
<i>Максим ПАВЛЕНКО, Володимир ОЛІЙНИК</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД ПОЖЕЖІ РОЗЛИВУ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ	203
<i>Валерія ПИСЬМЕННА, Іван ІЩЕНКО</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ	205
<i>Богдана ПОЙМАНОВА, Дарина КАРПОВА</i> ВПЛИВ ПОЖЕЖ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	207
<i>Богдан ПОЛЯКОВ, Людмила ЖИЦЬКА, Тетяна МАГЛЬОВАНА</i> ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДІЯЛЬНОСТІ ПАТ «ЧЕРКАСЬКИЙ АВТОБУС»	209
<i>Олеся ПРИЙМАК, Сергій РУДАКОВ</i> МОДЕЛЬ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛОМ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ У ГАРНІЗОНАХ УКРАЇНИ	210
<i>Сергій ПРОКІПЕЦЬ, Людмила ЖИЦЬКА, Тетяна МАГЛЬОВАНА</i> ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ МІСТА ЧЕРКАСИ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПРАТ «АЗОТ»	213
<i>Андрій П'ЯСЕЦЬКИЙ, Надія ФЕРЕНЦ</i> КАТЕГОРУВАННЯ ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК НА ОБ'ЄКТАХ ГАЗОВИДОБУВАННЯ	214
<i>Андрій РАДУЛ, Володимир ОЛІЙНИК</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ ВИПРОМІНЮЮЧОЇ ПОВЕРХНІ ПОЛУМ'Я НАД РОЗЛИВОМ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ	215
<i>Анна РУБАН, Олексій ВАСИЛЬЧЕНКО</i> МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВИБУХУ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ РЕБРИСТОЇ ПЛИТИ	218
<i>Євген САВЕНКО, Тетяна КРИШТАЛЬ</i> АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ПО ЗБЕРІГАННЮ І ПЕРЕРОБЦІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	220
<i>Антон СЛИНЬКО, Данило СИЛЬЧЕНКО, Сергій ГАРБУЗ</i> ОЧИЩЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КРІОГЕННОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	222
<i>Вікторія ТЕРЗИУЛ, Андрій КОВАЛЬОВ</i> ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВОГНЕЗАХИЩЕНИХ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ	224
<i>Олег ТОДОСЮК, Лариса ХАТКОВА</i> ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ	226
<i>Флора ТРЕГУБОВА, Сергій КРУПСЬКИЙ, Дмитро ТРЕГУБОВ</i> ВРАХУВАННЯ КЛАСТЕРНОЇ БУДОВИ РЕЧОВИНИ ПІД ЧАС ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ	227
<i>Інна УНІЯТ, Марина ІВАЩЕНКО</i> ЗАХОДИ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА МАСЛОЕКСТРАКЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	230
<i>Марія ФЕДОРЧУК, Ігор ВЕЛИКИЙ, Віталій ТОМЕНКО</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОЗОЛЬНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ	232