

С.А. Виноградов, к.т.н., доцент, НУЦЗУ,
М.О. Консуров, ад'юнкт, НУЦЗУ,
Н.В. Дейнеко, к.т.н., доцент кафедри, НУЦЗУ,
О.І. Березовський, ст. викладач, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ

НЕБЕЗПЕЧНІ ТА ШКІДЛИВІ ЧИННИКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ЗРУЙНОВАНИХ БУДІВЛЯХ

(представлено д-ром техн. наук Туркіним І.Б.)

У статті визначено кількісні показники небезпечних та шкідливих чинників аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях: концентрацію пилу в повітрі робочої зони рятувальника в умовах завалу, рівень шуму, що діє на персонал та постраждалих під час руйнування будівельних конструкцій при розбиранні завалу та рівень локальної вібрації, що діє на рятувальника при роботі з аварійно-рятувальним інструментом.

Ключові слова: аварія, аварійно-рятувальні роботи, небезпечні та шкідливі чинники, концентрація пилу, рівень шуму, рівень вібрації, робоча зона.

Постановка проблеми. Одним з напрямів удосконалення аварійно-рятувального інструменту, що застосовується для руйнування будівельних конструкцій, є усунення небезпечних та шкідливих чинників, що виникають під час їх роботи [1]. З цією метою для руйнування будівельних конструкцій можуть бути застосовані водні струмені високої швидкості [2, 3]. Однак для того, щоб порівняти ефективність застосування такої технології для зменшення небезпечних та шкідливих чинників, необхідно визначити їх кількісні показники при роботі з аварійно-рятувальним інструментом, який сьогодні застосовується для руйнування будівельних конструкцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Класифікацію небезпечних та шкідливих виробничих чинників наведено в [4]. Багатьма роботами присвячено впливу на організм людини небезпечних та шкідливих чинників на різних виробництвах та при виконанні різноманітних робіт [5-9]. Авторами даної статті в роботі [1] визначено небезпечні та шкідливі чинники, які можуть діяти на рятувальників під час аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях, та їх вплив на організм людини. При цьому визначено, що найбільш небезпечними є фізичні чинники: підвищена концентрація пилу в повітрі робочої зони, підвищений рівень шуму та підвищений рівень вібрації. Однак кількісні показники вказаних небезпечних та шкідливих чинників не досліджено.

Постановка завдання та його вирішення. Метою статті є визначення кількісних показників, що характеризують небезпечні та шкідливі чинники.

дливі чинники аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях: підвищену запиленість робочої зони, підвищений рівень шуму у робочій зоні та підвищений рівень вібрації.

Першим етапом дослідження стало визначення концентрації пилу в повітрі робочої зони під час руйнування будівельних конструкцій за допомогою аварійно-рятувального інструменту. Серед механізованого аварійно-рятувального інструменту найчастіше для руйнування конструкцій застосовуються відбійні молотки та кутові шліфувальні машини (КШМ) з відповідними робочими органами.

Методика вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони викладена в [10]. Вона полягає у вимірюванні маси пилу, що осів на пилевідбірнику протягом певного часу у визначеному об'ємі повітря.

Відбір проб повітря здійснювався аспіратором для відбору проб повітря моделі 822 за допомогою пилевідбірників безпосередньо з зони дихання рятувальника. На рис. 1 подані фото встановлення пилевідбірників під час забору повітря з зони дихання рятувальника.



Рис. 1. Пилевідбірники на рятувальнику під час відбору проб повітря

Відбір проб здійснювався під час руйнування будівельних конструкцій переважно залізобетонного походження за допомогою кутової шліфувальної машинки «Maktec МТ963» та пневматичного відбійного молотка «МОП-2». При цьому умови дослідження були ідентичними до умов типового завалу, який виникає під час руйнування будівель.

Перша група проб була відібрана з зони дихання рятувальника, який безпосередньо працює з аварійно-рятувальним інструментом по руйнуванню будівельних конструкцій. Друга, третя та четверта групи проб відбирались з зони дихання рятувальника, що виконує роботи по розборці конструкцій на відстані 3, 6 та 9 м від місця руйнування конструкцій, відповідно.

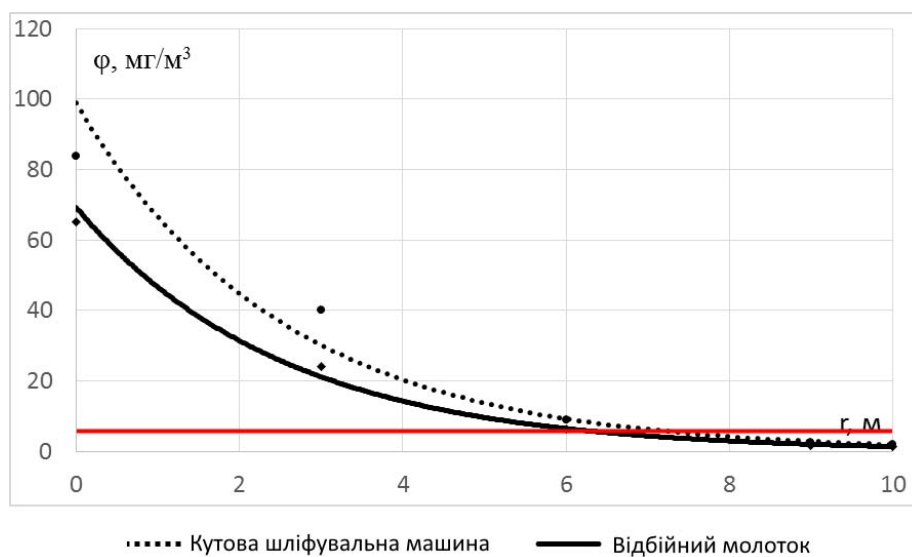
Атмосферні умови під час проведення дослідження були наступні: вітер перемінного напрямку $V=0,9-2,6$ м/с, температура повітря $t=35,4$ °С, відносна вологість 35,5 %.

У табл. 1 наведено результати дослідження з визначення концентрації пилу в повітрі робочої зони під час проведення аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях.

Табл. 1. Результати експериментального дослідження з визначення концентрації пилу в робочій зоні проведення аварійно-рятувальних робіт

№ з/п	Відстань до конструкції, що руйнується r , м	Концентрація пилу при руйнуванні КШМ $\varphi_{\text{КШМ}}$, мг/м ³	Концентрація пилу при руйнуванні відбійним молотком $\varphi_{\text{ВМ}}$, мг/м ³
1	0	83,7	65,2
2	3	40	24
3	6	8,8	6,3
4	9	2,5	1,7

На рис. 2 наведено графіки зміни концентрації пилу в повітрі робочої зони при проведенні аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях для випадку роботи з КШМ та відбійним молотком.

**Рис. 2. Концентрація пилу в повітрі робочої зони при проведенні аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях**

Таким чином, експериментально встановлено, що за даних умов досвіду зміна концентрації пилу φ в залежності від відстані до його джерела r в умовах завалу при проведенні АРР описується наступними емпіричними залежностями:

- для випадку руйнування будівельних конструкцій за допомогою кутової шліфувальної машинки

$$\varphi_{\text{КШМ}} = 98,813e^{-0,395r}; \quad (1)$$

- для випадку руйнування будівельних конструкцій за допомогою відбійного молотка

$$\varphi_{\text{ВМ}} = 69,29e^{-0,395r}. \quad (2)$$

Наступним етапом дослідження стало визначення рівня шуму, що діє на рятувальника під час проведення аварійно-рятувальних робіт.

Враховуючи особливості проведення аварійно-рятувальних робіт, шум під час них є непостійним переривчастим [11].

Допустимий рівень шуму в Україні встановлюється в залежності від шкідливості на небезпечності важкості праці. Згідно з [12] аварійно-рятувальні роботи можна віднести до умов праці класу 3.1 – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту зі шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я, у тому числі й виникнення професійних захворювань. Нормативним документом [11] встановлено, що допустимий рівень шуму за таких умов праці становить 80 дБА.

Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень – еквівалентний (по енергії) та максимальний рівень шуму у дБА. Еквівалентний рівень – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час. Максимальний рівень шуму для переривчастого шуму не повинен перевищувати 110 дБА [11].

Для того, щоб визначити еквівалентний рівень шуму необхідно встановити його тривалість за зміну. Згідно з [14], при розбиранні завалу на подрібнення з/б конструкцій інструментами та різання арматури та металевих конструкцій необхідно 4,8 чол. год та 0,07 чол. год, відповідно.

Методика вимірювання шуму викладена у [11]. Для вимірювання шуму використовувався шумомір SM-10.

Під час проведення вимірювань мікрофон був розташований на висоті 1,5 м над рівнем робочого місця та був зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму на віддаленні не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводив вимірювання.

У якості джерел шуму при проведенні аварійно-рятувальних робіт обрані наступні інструменти:

- кутова шліфувальна машинка «Maktec MT963»;
- бензинова пила «МС-470»;
- пневматичний відбійний молоток «МОП-2».

Визначався шум інструментів без контакту з елементом, що руйнується, та шум під час контакту.

На рис. 3 наведено залежність зміни звукового тиску від відстані до джерела шуму в умовах завалу та еквівалентний рівень шуму під час розбирання завалу з використанням аварійно-рятувального інструменту, що використовувався під час експериментальних досліджень, який розрахований за методикою, наведеною в [11].

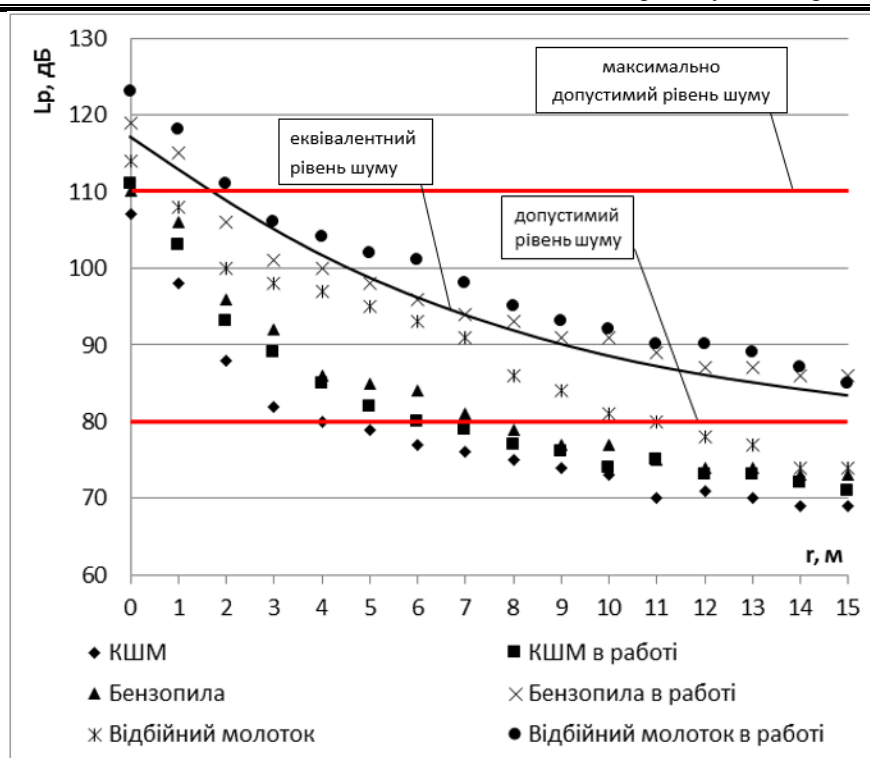


Рис. 3. Залежність зміни звукового тиску від відстані від джерела шуму в умовах завалу

За таких умов залежність еквівалентного рівня шуму під час розбирання завалу з використанням аварійно-рятувального інструменту $L_p^{\text{екв}}$ від відстані до епіцентру шуму r описується емпіричною залежністю

$$L_p^{\text{екв}} = 111 - 8,686 \ln(r). \quad (3)$$

Таким чином встановлено, що найбільший рівень шуму серед інструментів, що досліджувались, має бензинова пилка та відбійний молоток в роботі. При цьому максимально допустимого рівня переривчастого шуму (110 дБ) звуковий тиск при роботі бензинової пилки та відбійного молотка набуває на відстані 2 м від епіцентру шуму. Встановлено також, що еквівалентний рівень шуму, що діє на рятувальника протягом 24-годинної зміни у радіусі 15 м від епіцентру шуму перевищує допустимий і є небезпечним для персоналу.

Визначення рівня вібрації проводили за методикою, наведеною в [13]. Під час роботи з аварійно-рятувальним інструментом при руйнуванні конструкцій на рятувальника діє локальна вібрація, яка є переривчастою.

Параметром, що нормується, при інтегральній оцінці по спектру частот є коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення (U), або їх логарифмічні рівні (L_1), які вимірюються за допомогою коректуючих фільтрів або обчислюються. При дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, що нормується, є вібраційне навантаження

(еквівалентний коректований рівень, доза вібрації) одержане робітником протягом зміни та зафіксоване спеціальним приладом. Еквівалентний коректований рівень віброшвидкості або віброприскорення розраховується шляхом енергетичного додавання рівнів з урахуванням тривалості дій кожного з них за таблицею п. 10.1 [13]. Граничний допустимий рівень еквівалентного коректованого рівня локальної вібрації складає 2 м/с^2 або 76 дБ.

Для вимірювання рівня вібрації використовувався віброметр 795М-107В. Точка вимірювання обиралась у місці контакту оператора з поверхнею, яка вібрує.

Результати вимірювання коректованого рівня віброприскорення локальної вібрації, що діє на рятувальника, при роботі з різним аварійно-рятувальним інструментом наведено в табл. 2. Згідно з [14], при розбиранні завалу на подріблення з/б конструкцій інструментами та різання арматури та металевих конструкцій необхідно 4,8 чол.год та 0,07 чол.год, відповідно. З урахуванням цього, у відповідності до [13], у відповідній колонці таблиці 2 наведений еквівалентний коректований рівень віброприскорення, що діє на рятувальників при сумарній роботі з усіма інструментами, у 24-годинну робочу зміну.

Табл. 2. Результати експериментальних досліджень коректованого рівня вібрації

№ з/п	Інструмент	Коректований рівень віброприскорення $L_{\text{кор}}$, дБ	Еквівалентний коректований рівень віброприскорення $L_{\text{кор.екв.}}$, дБ
1	КШМ	102,1	95,2
2	КШМ в роботі	105	98,1
3	Бензинова пилка	107	100,1
4	Бензинова пилка в роботі	111,3	104,4
5	Відбійний молоток	118,1	111,2
6	Відбійний молоток в роботі	124,2	117,3

Таким чином, за 24-годинну робочу зміну на рятувальника при проведенні аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях з використанням аварійно-рятувального інструменту діє вібрація, що перевищує допустиму.

Висновки. Встановлено, що концентрація пилу у місці роботи з аварійно-рятувальним інструментом по руйнуванню будівельних конструкцій перевищує допустиму в 13,9 разів для випадку роботи з кутовою шліфувальною машинкою та у 10,9 разів при роботі з відбійним молотком. На відстані 3 м та 6 м перевищення концентрація перевищує ГДК у 6,7 рази для КШМ та у 4 рази для ВМ та у 4,5 рази для КШМ та у 1,05 разів для ВМ, відповідно. На відстані 9 м не спостерігається перевищення ГДК. Отримано емпіричні залежності концентрації пилу в умовах завалу при проведенні АРР у залежності від відстані до джерела пилу.

У результаті вимірювання рівня шуму в умовах завалу встановлено, що еквівалентний рівень шуму, що діє на рятувальника протягом 24-годинної зміни у радіусі 15 м від епіцентру шуму перевищує допустимий і є небезпечним для персоналу. Вимірювання рівня локальної вібрації показало, що рівень віброприскорення при роботі КШМ більше за допустимий на 29%, при роботі бензинової пилки – на 37%, при роботі відбійного молотка – на 54 %. Еквівалентний коректований рівень віброприскорення, що діє на рятувальника під час проведення аварійно-рятувальних робіт, перевищує допустимий більше, ніж на 25 % при роботі з будь-яким аварійно-рятувальним інструментом серед досліджуваних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Консуров М.О. Аналіз небезпечних та шкідливих чинників аварійно-рятувальних робіт та їх небезпека / М.О. Консуров, С.А. Виноградов // Сучасний стан цивільного захисту України: перспективи та шляхи до європейського простору: мат. XVII Всеукр. наук.-практ. конф. рятувальників, м. Київ, 22-23 вересня 2015 р. – К.: ІДУЦЗ. – С. 197-199.
2. Пат. 93939 Україна, МПК (2014.01) А62В 5/00, Е21F 11/00. Спосіб руйнування елементів будівельних конструкцій / Виноградов С.А., Консуров М.О., Калиновський А.Я., Ларін О.М.; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № u201404035, заяв. 15.04.2014; опубл. 27.10.2014, бюл. № 20.
3. Грицына И.Н. / Высокоскоростные струи жидкости как средство гидроразрушения элементов строительных конструкций при проведении аварийно-спасательных работ / И.Н. Грицына, С.А. Виноградов, Н.О. Консуров // Науковий вісник УкрНДПБ. – 2013. – №2 (28). – С. 173-177.
4. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
5. Бобровников Н.А. Охрана воздушной среды от пыли на предприятиях строительной индустрии / Н.А. Бобровников. – М.: Стройиздат, 1981. – 100 с.
6. Вишаренко В.С. Экологические проблемы городов и здоровье человека / В.С. Вишаренко, Н.А. Толоконцев. – Л.: Знание, 2002. – 32 с.
7. Заборов В.И. Защита от шума и вибрации в черной металлургии / В.И. Заборов, Л.Н. Кляско. – М.: Металлургия, 1976. – 246 с.
8. Носовський Т.А. Основи промислової екології / Т.А. Носовський. – К.: ІСДО, 1996. – 80 с.
9. Промислова екологія: навч. посібн. / [С.О. Апостолук, А.С. Апостолук, В.С. Джигирей та ін.]. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

10. Методические указания «Измерение концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия», утвержденные Заместителем Главного государственного санитарного врача СССР. – 18.11.1987 г. – № 4436-87.

11. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

12. Державні санітарні норми та правила. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» – Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014. – № 248.

13. ДСН 3.3.6. 039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

14. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций: учебник в 3-х частях: часть 2. Инженерное обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций: в 3-х книгах: книга 1. Способы и средства инженерного обеспечения ликвидации чрезвычайных ситуаций / [Г.П. Саков, М.П. Цивилев, И.С. Поляков и др.]; под общ. ред. С.К. Шойгу. – М.: ЗАО «ПАПИРУС», 1998. – 404 с.

С.А. Виноградов, Н.О. Консуров, Н.В. Дейнеко, А.И. Березовский

Опасные и вредные факторы аварийно-спасательных работ на разрушенных зданиях

В статье определены количественные показатели опасных и вредных факторов аварийно-спасательных работ на разрушенных зданиях: концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны спасателя в условиях завала, уровень шума, действующего на персонал и пострадавших во время разрушения строительных конструкций при разборке завала, и уровень локальной вибрации, действующего на спасателя при работе с аварийно-спасательным инструментом.

Ключевые слова: авария, аварийно-спасательные работы, опасные и вредные факторы, концентрация пыли, уровень шума, уровень вибрации, рабочая зона.

S.A. Vinogradov, N.O. Konsurov, N.V. Deyneko, O.I. Berezovsky

Hazardous and harmful factors of rescue works on destroyed buildings

In the paper defined quantitative indicators of hazardous and harmful factors rescue works in destroyed buildings: the concentration of dust in the air of working zone rescuer in the conditions of abatis, noise level wich operating for staff and affected in time of destruction of the building construction at dismantling of the abatis and the level of local Vibration acting on working with rescue tool.

Keywords: accident, rescue works, hazardous and harmful factors, dust, noise level, vibration level, the working area.