Національна Академія наук України



Державна служба України з питань праці

ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці»
(ДУ «ННДІПБОП»)

ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ

Збірник наукових праць

Випуск 30

Київ 2015

УДК 331.45≈ 614.839; 546.49; 627.413; 6220.9

Проблеми охорони праці в Україні: Збірник наукових праць. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – 154 с.

Збірник містить статті з результатами досліджень теоретичних і практичних проблем з охорони праці та промислової безпеки, а саме:

визначено перспективи розвитку інформаційно-аналітичної системи Держпраці України та запропоновано алгоритм розроблення, прийняття та оцінки ефективності оперативних управлінських рішень;

розглянуто питання використання автоматизованої системи «Розрахунок вентиляції» на базі інформаційно-аналітичної платформи K-MINE;

досліджено електромагнітні впливи на електронне та електричне обладнання, розроблені заходи з підвищення електромагнітної сумісності технологічного обладнання та електромагнітної безпеки персоналу;

отримано регресійні моделі, що описують вплив обводнювання виробок на настання захворювань органів дихання, обґрунтовано вимоги до раціонального теплозахисного спецодягу;

проаналізовано домінуючі причини травматизму на транспорті внаслідок ДТП з працівниками при виконанні трудових обов'язків;

викладено дані щодо експериментальних досліджень впливу вентиляції на аероіонний склад повітря і аналізу динаміки концентрації легких іонів у нестандартних тестових приміщеннях;

проведено аналіз стану виробничого травматизму та профзахворювань в Україні за 2011–2014 рр. та І півр. 2015 року;

визначено, що процеси утворення і поширення специфічних токсичних речовин необхідно враховувати при організації робочого місця тощо;

проведено аналіз аварійності та виробничого травматизму на підприємствах гірничорудної промисловості, визначено основні заходи щодо запобігання виробничому травматизму;

проведено дослідження результативності оцінки ризиків, запропоновано критерії її визначення згідно з вимогами BS OHSAS 18001:2007.

Проаналізовано деякі інші проблемні питання охорони праці та промислової безпеки.

Збірник призначено для спеціалістів, науковців, викладачів і студентів ВНЗ.

Редакційна колегія:

В. Г. Здановський, д-р техн. наук, проф. (відповідальний редактор);
М. В. Назаренко, д-р техн. наук (заступник відповідального редактора);
А. О. Водяник, д-р техн. наук, проф.;
В. Д. Воробйов, д-р техн. наук, проф.;
О. Є. Кружилко, д-р техн. наук, с.н.с.;
О. Г. Левченко, д-р техн. наук, с.н.с.;
М. О. Лисюк, канд. техн. наук, с.н.с.;
Т. М. Таірова, канд. хім. наук;
К. Н. Ткачук, д-р техн. наук, проф.;
Н. В. Остапчук (відповідальний секретар).

Друкується за рішенням ученої ради ДУ «ННДІПБОП» від 02.10.2015 р.

За зміст, авторську позицію та достовірність наведених у статтях фактів, цитувань відповідальність несуть автори.

© ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці»

УДК 331.45:622.4

А. П. Дєньгін, канд. техн. наук, М. В. Назаренко, д-р техн. наук
(ДУ «ННДІПБОП»)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗРАХУНКУ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ РУДНИКІВ

Розглянуто питання використання автоматизованої системи «Розрахунок вентиляції» на базі інформаційно-аналітичної платформи K-MINE для автоматизованих розрахунків параметрів систем вентиляції шахт і рудників з метою підвищення рівня безпеки повітряного середовища у виробках.

Ключові слова: *руднична вентиляція, автоматизована система, шахтна атмосфера, витрати повітря, оптимізація вентиляційної мережі.*

Рассмотрены вопросы использования автоматизированной системы «Расчет вентиляции» на базе информационно-аналитической платформы K-MINE для автоматизированных расчетов параметров систем вентиляции шахт и рудников с целью повышения уровня безопасности воздушной среды в выработках.

Ключевые слова: *рудничная вентиляция, автоматизированная система, шахтная атмосфера, расход воздуха, оптимизация вентиляционной сети.*

The questions of "Ventilation calculation" automated system use on the basis of information-analytic platform K-Mine for automated parameters calculations of mine and open-pit ventilation systems to increase air safety level in excavations are considered in the article.

Keywords: *Mine ventilation, automated system, mine atmosphere, air consumption, ventilation system optimization.*

Рудничну вентиляцію, або провітрювання шахт, застосовують для створення у підземних виробках нормальних атмосферних умов. Вона має виключити шкідливу дію на людину отруйних газів, що містяться у рудничному повітрі, високих та низьких температур, а також попередити значні скупчення шкідливих газів.

При проходженні підземними гірничими виробками склад атмосферного повітря змінюється, оскільки вміст кисню зменшується, а вуглекислого газу та азоту – збільшується. Крім того, до нього домішуються різні гази (шкідливі домішки), що виділяються у виробці з

гірничих порід (метан, водень, радон тощо) або з'являються внаслідок проведення вибухів, роботи дизельних машин, гниття дерев'яного кріплення тощо [1].

Температура та вологість повітря також змінюються, збільшується запиленість. Усі ці домішки можуть зробити повітря непридатним для дихання. Деякі гази (метан, водень) утворюють із повітрям суміші, в яких найменша іскра може стати причиною пожежі або навіть вибуху. Тому Правила безпеки висувають жорсткі вимоги до складу рудничного повітря та контролю за ним.

Дуже жорсткими є вимоги Правил безпеки до гранично допустимих концентрацій (далі – ГДК) у рудничному повітрі шкідливих для здоров'я газів: метану, радону тощо [2, 3]. Так, наприклад, концентрації газів метану та водню обмежуються кількістю вибухонебезпечної їх суміші із повітрям. Із цих міркувань максимально припустимий вміст метану у повітрі складає 0,5…2 %, водню – 0,5 %. Велику шкоду здоров'ю також завдає мінеральний пил, що міститься в рудничному повітрі у місцях ведення гірничих робіт (буріння, підривання, завантаження, розвантаження, транспортування, подрібнення тощо).

Для отримання інформації про склад і стан рудничної атмосфери на шахтах та рудниках здійснюють систематичний аналіз газового складу повітря, його запиленості та температури.

Основний захід боротьби з домішками шкідливих газів у рудничному повітрі – розрідження їх свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій, тобто подача до забоїв додаткової кількості свіжого повітря. Саме цю функцію виконують системи рудничної (шахтної) вентиляції.

Сучасний стан розвитку гірничодобувної промисловості характеризується широким упровадженням інформаційних систем і технологій. Одним із напрямів застосування інформаційних систем для підземних рудників і шахт є автоматизація визначення режимів функціонування вентиляційних систем. Моделювання вентиляційних систем проводиться шляхом побудови складної гетерономної мережі з внутрішніми та зовнішніми джерелами додавання та розподілу повітряних потоків з урахуванням факторів, що постійно змінюються у часі. Завдання, що вирішуються подібними системами належать до класу вентиляційних і можуть бути використані як, наприклад, для вугільних шахт із природним виділенням горючих і вибухонебезпечних газів, так і для рудників, де у більшості випадків, природне виділення газів відсутнє, або присутнє у невеликих об'ємах.

Комплекси виробок на рудниках і шахтах, особливо з великою продуктивністю, мають сильно розгалужену мережу гірничих виробок, загальна довжина яких може сягати сотень кілометрів. До вентиляційної мережі входять також зони обрушення руди і гірських порід, які можуть створювати аеродинамічні контакти атмосфери підземних виробок з денною поверхнею. У мережі виробок працює велика кількість вентиляторів, гирла низки виробок розташовані на різних висотах і по-різному орієнтовані у просторі. При цьому, часто райони розташування рудників і шахт мають складну орографію.

Таким чином використання стандартних способів розрахунку таких мереж для забезпечення безперервної подачі свіжого повітря у виробки та вибору оптимального функціонування вентиляційного обладнання є досить складним і трудомістким інженерно-технічним завданням.

Одним із низки сучасних універсальних програмних засобів, що використовується для автоматизованого розрахунку систем вентиляції шахт і рудників, є автоматизована система (АС) «Розрахунок вентиляції» на базі інформаційно-аналітичної платформи K-MINE.

АС «Розрахунок вентиляції» має модульну структуру та дозволяє вирішувати широкий спектр завдань вентиляційних мереж, що робить її універсальним програмним засобом для вугільних шахт і рудників. При виконанні розрахунків враховується фізичний стан атмосфери денної поверхні та рудничної атмосфери, орографія району розташування шахти або рудника, просторова орієнтація гирл гірничих виробок, процеси їх взаємодії з роботою вентиляційного устаткування в мережі, а також неоднорідність аеродинамічного опору в зонах очисного простору. Всі ці властивості дозволяють моделювати (розраховувати варіанти) вентиляційних систем (далі – ВС) для різних режимів роботи, проводити їх оцінювання та вибір оптимальних параметрів при вирішенні основних вентиляційних завдань, а саме:

- розраховувати складові природної тяги;
- вибирати типи вентиляторів і визначати режими їх роботи;
- розраховувати розподіл повітря для гетерономних мереж великої розмірності;
- виконувати оцінювання безпечності повітряного середовища у виробках при функціонуванні ВС;
- оптимізувати систему регуляторів розподілу повітря у мережі;
- виконувати оцінювання і розподіл повітря у штатних та аварійних режимах тощо.

Одним із найголовніших завдань при провітрюванні шахт і рудників є підтримання необхідних і достатніх витрат повітря на кожний момент часу в усіх або деяких виробках. Вирішувати такі завдання можна тільки шляхом управління розподілом повітря за допомогою активних або пасивних регулюючих пристроїв, а також регулювання режимів роботи вентиляторних пристроїв.

Існують безліч способів регулювання витрати повітря у вентиляційній мережі: *додатний,* коли регулювання виконується за допомогою вентиляторів (активні регулятори); *від'ємний,* коли регулювання виконується за рахунок вентиляційних перемичок (пасивні регулятори); *комбінований*, коли регулювання виконується за допомогою активних і пасивних регуляторів. У розгалужених комплексах шахт і рудників визначення місць розташування регуляторів, їх кількості та виду є складним завданням. Актуальність його визначається значними капітальними витратами на закупівлю та монтаж регуляторів, а також високими експлуатаційними витратами.

Оптимальний вибір варіанта регулювання вентиляційної системи дозволяє не тільки підвищити рівень безпеки повітряного середовища у виробках, але й максимально точно визначити вартість системи. Тому, для врахування всіх наведених факторів у складі АС «Розрахунок вентиляції» передбачено можливість аналізу та оптимізації вентиляційної мережі.

Цільовим призначенням АС є забезпечення єдиного зручного інтерфейсу системи підтримки прийняття рішень гірничих інженерів, які виконують проектування та експлуатацію вентиляційних систем, а також управління її режимами в режимі реального часу.

Розрахунок вентиляційних режимів шахт і рудників виконується із застосуванням комп'ютерних моделей вентиляційних мереж. Для створення моделей вентиляційної мережі використовується графічний редактор із бібліотекою графічних елементів (рис. 1).

Модель вентиляційної мережі в АС – це орграф виробок, що доповнюється умовними позначеннями регулюючих пристроїв (вентилятори головного провітрювання – ВГП, допоміжні вентилятори, вентиляційні споруди тощо). Всі гілки графу являють собою лінійні об'єкти «виробка», що містять детальну інформацію про її характеристики (тип, цільове призначення, аеродинамічний опір, депресію, площу поперечного перетину та довжину, витрати повітря тощо).

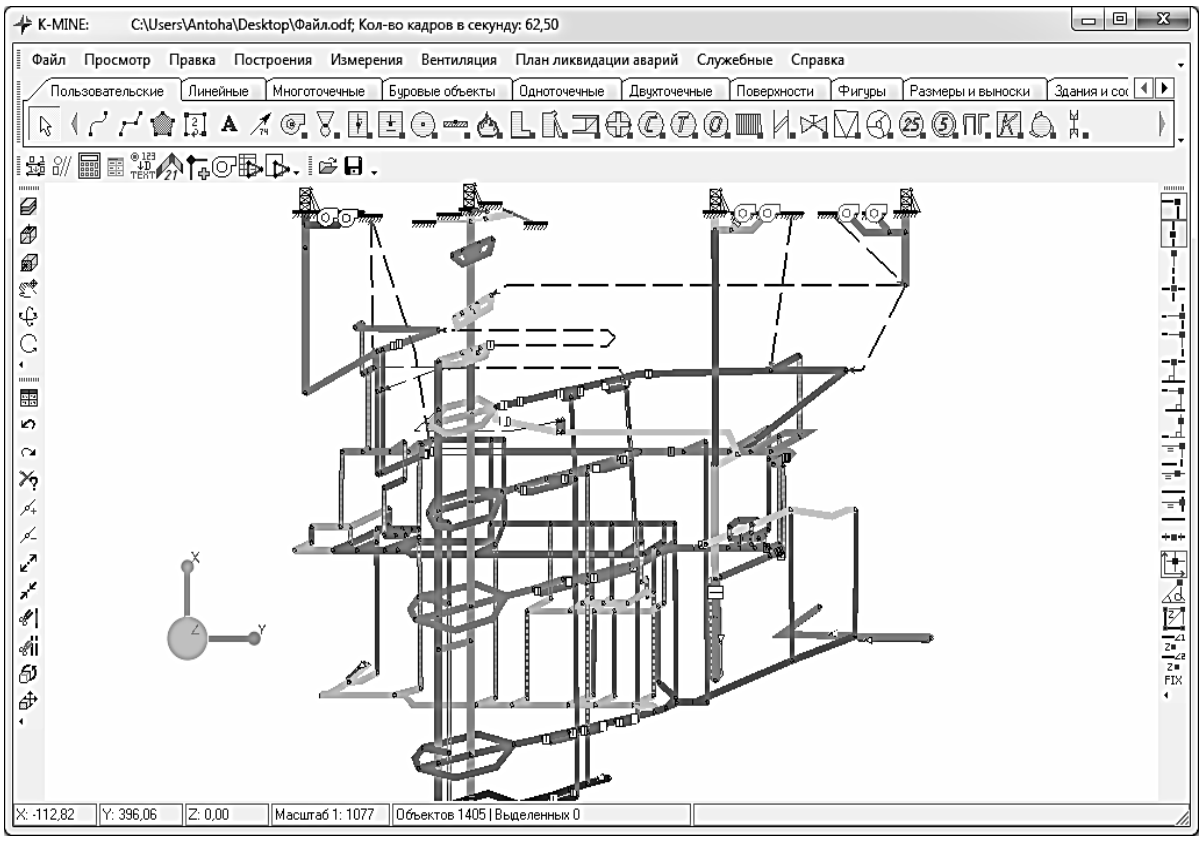


Рис. 1. Розрахункова модель вентиляційної мережі рудника

Для об'єднання виробок у мережу використовуються вузли об'єднання виробок, вузли виходу виробок на денну поверхню тощо. В АС передбачено можливість автоматичного створення вузлових точок, перевірку на топологічність і топоніміку, операції з геометричного редагування та внесення властивостей у графічні об'єкти. Всі вищенаведені показники можна вивести на розрахункову модель згідно з умовними позначеннями. Для прискорення обробки всі виробки автоматично нумеруються та індексуються.

При русі повітря в шахтних вентиляційних мережах діють такі закони:

1. Закон опору в гілках:

$$h_j = R_j s_j, \tag{1}$$

2. Закон збереження маси повітряних потоків у вузлах:

$$\sum_{j \in i} \rho_j Q_j \frac{1}{2} = 0\,, \tag{2}$$

3. Закон збереження механічної енергії повітряних потоків у контурах:

$$\sum_{j \in f} \varepsilon_j h_j = \sum_{j \in f} \varepsilon_j h_{вj} + h_{ef}\,, \tag{3}$$

де i – номер вузла;

j – номер гілок;

h – депресія гілок, мм вод. ст.;

R – аеродинамічний опір гілок, kμ;

Q – об'ємний дебіт повітряного потоку, м^3/с;

$h_в$ – депресія вентилятора, мм вод. ст.;

$h_е$ – депресія природної тяги в контурі, мм вод. ст.;

ρ – середня щільність повітря в гілці, кг/м^3;

ε – коефіцієнт напрямку повітряного потоку (для початкового прийнятого напрямку $\varepsilon = +1$; для протилежного напрямку $\varepsilon = -1$).

Для уведення вихідних даних до розрахункової моделі діючих шахт і рудників використовують параметри натурних депресійних зйомок (рис. 2)



Рис. 2. Депресійна зйомка виробок і введення інформації в розрахункову модель

Перед виконанням розрахунку для активних регуляторів (ВГП) визначають тип вентилятора та його базові характеристики з урахуванням зведеної депресії вихідної гілки, в якій знаходиться цей регулюючий пристрій.

Для вибору вентилятора головного провітрювання визначається його депресія за формулою:

$$h_в = h_ш + h_{вн}, \qquad (4)$$

де $h_ш$ – депресія шахти;

$h_{вн}$ – внутрішні втрати тиску у вентиляторі;

$$h_{вн} = R_в Q^2_в, \qquad (5)$$

де R_B – аеродинамічний опір вентилятора, kμ;

Q_B – дебіт вентилятора, м^3/с.

$$Q_в=k_{вн.ут}Q_ш\,, \tag{6}$$

$$R_в=\alpha(\pi/D^4), \tag{7}$$

де α – 0,4…1 – коефіцієнт, що враховує тип вентилятора;

D – діаметр робочого колеса вентилятора, м.

Значення Q_B, $h_в$ обчислюються для кожного характерного періоду відпрацювання шахтного поля (наприклад, для відпрацювання горизонту) у межах терміну служби вентилятора та наносяться на графік (рис. 3).

Для провітрювання шахти використовується вентилятор, у зону промислового використання якого (область економічних режимів роботи) вписуються всі розрахункові режими роботи. Обраний вентилятор буде економічно працювати протягом усього терміну його служби. Він повинен мати резерв для збільшення, якщо буде потреба, значень Q_B і $h_в$.

База даних АС вміщує велику кількість вентиляторів, що найчастіше використовуються у якості ВГП на шахтах та рудниках.

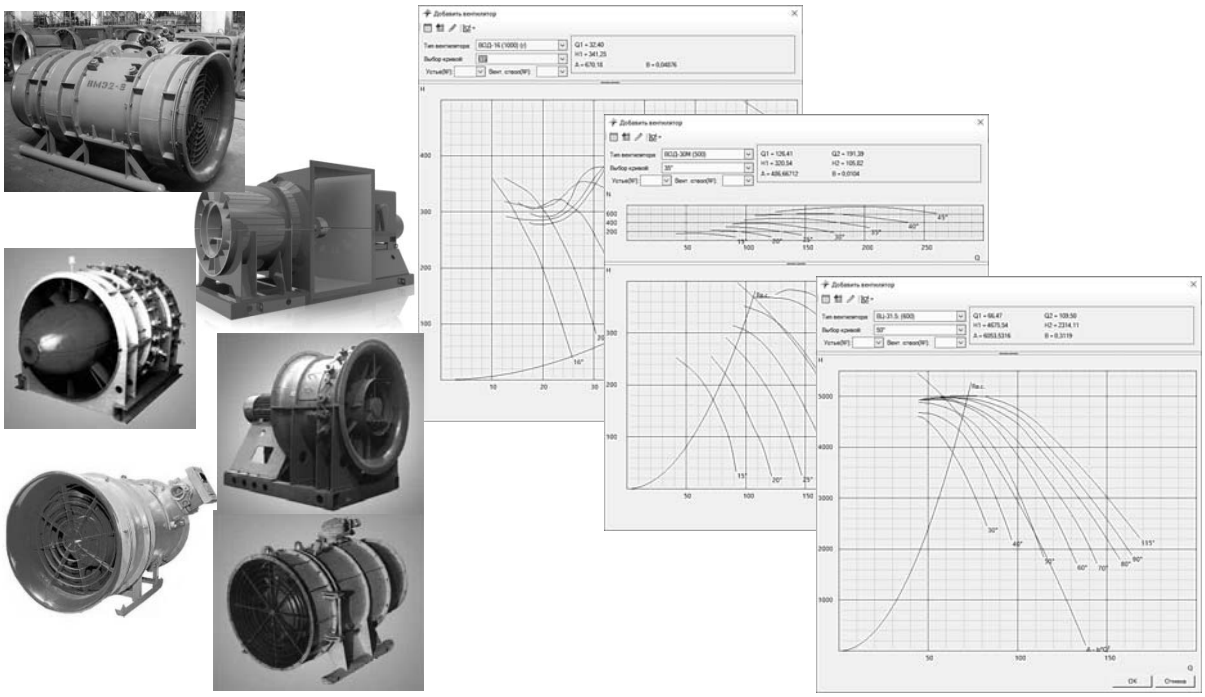


Рис. 3. Визначення оптимальних параметрів роботи вентиляторів головного провітрювання

Задачі розрахунку оптимальних варіантів регулювання розподілу повітря у шахтній мережі безпосередньо зв’язані з вирішенням низки складних теоретичних та прикладних проблем. При виконання аналізу різних варіантів регулювання вентиляції необхідно виконувати

багаторазовий розрахунок розподілу повітря у системі з урахуванням встановлених регуляторів (активних і пасивних).

Витрати повітря для шахти в цілому визначаються за формулою:

$$Q_ш=1,1(\Sigma Q_{в.д}+\Sigma Q_{т.в.}+\Sigma Q_{пог.\ в.}+\Sigma Q_{під.в.}+\Sigma Q_к+\Sigma Q_{в.с}),\ м^3/хв., \quad (8)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу повітря в мережі гірничих виробок;

$\Sigma Q_{в.д}$ – витрати повітря для провітрювання виймальних ділянок, $м^3/хв.$;

$\Sigma Q_{т.в}$ – витрати повітря, що подавалося до ВМП для відособленого провітрювання тупикових виробок, $м^3/хв.$;

$\Sigma Q_{пог.в}$ – витрати повітря для відособленого провітрювання виробок, що погашаються, $м^3/хв.$;

$\Sigma Q_{під.в}$ – витрати повітря для відособленого провітрювання підтримуваних виробок, $м^3/хв.$;

$\Sigma Q_к$ – витрати повітря для відособленого провітрюванні камер, $м^3/хв.$;

$\Sigma Q_{в.с}$ – втрати повітря через вентиляційні спорудження, розташовані за межами виймальних ділянок, $м^3/хв.$

При декількох вентиляційних установках за формулою (8) визначаються, відповідно зі схемою провітрювання, витрати повітря за групами виробок (крилу, шахтному шару), провітрюваних окремими вентиляторами. Загальні витрати повітря для шахти розраховуються як сума отриманих результатів. Витрати повітря для провітрювання шахти, що визначаються за формулою (8), мають задовольняти при проектуванні умові (9), для діючих шахт – (10).

$$Q_ш \geq 133,3(\Sigma \check{I}_{в.д}+ \Sigma \check{I}_{т.в}+ \Sigma \check{I}_{ст}+ \Sigma \check{I}_{п.в}), \quad (9)$$

де $\Sigma \check{I}_{в.д}$ – абсолютне середнє газовиділення на виймальних ділянках, $м^3/хв.$;

$\Sigma \check{I}_{т.в}$ – абсолютне середнє газовиділення у відокремлених провітрюваних тупикових виробках, $м^3/хв.$;

$\Sigma \check{I}_{ст.}$ – абсолютне середнє газовиділення зі старих вироблених просторів раніше відпрацьованих поверхів і горизонтів, $м^3/хв.$;

$\Sigma \check{I}_{п.в}$ – абсолютне середнє газовиділення виробок, що погашаються та підтримуються, $м^3/хв.$

$$Q_ш \geq \frac{100\ k_{н.ш}}{C - C_0} \sum \bar{I}_{вих}, \quad (10)$$

де $k_{н.ш}$ – коефіцієнт нерівномірності газо(пило)виділення в шахті, як правило, для шахт, приймається – 1,1;

C – припустима концентрація газу (пилу) у вихідних вентиляційних струменях з шахти, %; ухвалюється згідно ПБ;

C_0 – концентрація газу (пилу) в атмосферному повітрі на поверхні, %; при розрахунках за виділенням метану приймається 0, а за вуглекислим газом визначається за даними аналізів;

$\Sigma I_{вих.}$ – абсолютне середнє газо(пило)виділення у вихідних вентиляційних струменях з шахти, м^3/хв.

Одним із головних методів, що використовується у АС «Розрахунок вентиляції» є модифікований метод поконтурної ув'язки втрат тиску Андріяшева-Кроса [4] з визначенням поправочних коефіцієнтів для кожної ітерації методом Ньютона [5].

Застосування подібної методики розрахунків дозволяє отримати високу збіжність чисельного рішення і зменшити час розрахунку.

Критеріями оптимізації для вентиляційної мережі можуть виступати: мінімізація енерговитрат або мінімальна кількість регуляторів. Кожному варіанту регулювання притаманні свої характерні властивості і він має позитивні та негативні риси з позиції застосування інших факторів. До таких факторів відносяться: проблеми технологічного монтажу та експлуатації регуляторів для вибраних гілок мережі, стабільність повітряних потоків при зміні топології мережі під час ведення гірничих робіт або виникненні аварійних ситуацій та інші[6]. Для оцінювання ефективності конкретного варіанту розташування регуляторів та вибору їх режимів використовують наближені методи.

Якщо розглядати АС «Розрахунок вентиляції» з позиції безперервного забезпечення свіжим повітрям гірничих виробок, то можна відзначити можливість автоматичного розрахунку базових параметрів мережі (витрати повітря, аеродинамічний опір, депресію, швидкість повітряного потоку, об'єми виробок, сумарний опір) для різних варіантів її експлуатації (зміна режимів провітрювання – прямий або реверсивний, перехід вентилятора на іншу продуктивність, зміна теплових депресій гілок мережі при настанні аварійних ситуацій у шахті тощо). Для знаходження оптимального режиму провітрювання система дозволяє порівнювати між собою декілька варіантів розрахунку з кольоровою індикацією відмінних показників.

Не менш важливим фактором використання АС є розрахунки забруднення шахтної атмосфери. Інформація щодо газовиділення враховується для кожної виробки як функціональний (змінний) або статичний параметр [1].

Середня величина газовиділення у виробках визначається за формулою:

$$I_c = I_{c.к} - I_{c.п.}, \qquad (11)$$

де $I_{c.п}$, $I_{c.к.}$ – дебіт газу у вентиляційному потоці відповідно на початку на наприкінці виробки.

Для визначення $Q_п$ та $Q_{к.}$ визначають дебіти повітря на початку та в кінці виробки, а також середню концентрацію газів $C_{с.п}$, та$C_{с.к.}$, а після цього визначають газовиділення згідно формули:

$$\left.\begin{aligned} I_{с.к} &= Q_к \cdot C_{с.к} /100 \\ I_{с.к} &= Q_п \cdot C_{п.к} /100 \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

Процес розповсюдження газів у виробках під впливом конвективного перенесення, молекулярної та турбулентної дифузії носить назву конвективної дифузії.

Загальне рівняння турбулентної дифузії, що використовується в АС, має такий вид:

$$\frac{\partial c_м}{\partial t} + \frac{\partial c_м u}{\partial x} + \frac{\partial c_м v}{\partial y} + \frac{\partial c_м w}{\partial z} = 0; \tag{13}$$

$$\left.\begin{aligned} c_м &= c_с + c_п \\ u &= u_с + u_п \\ v &= v_с + v_п \\ w &= w_с + w_п \end{aligned}\right\} \tag{14}$$

де $c_м$ – миттєве значення концентрації газу;

u, v, w – миттєві значення компонент швидкості руху повітря;

$c_с$ – середня концентрація газу;

$u_с, v_с, w_с$ – середнє значення компонент швидкості руху повітря;

$u_п, v_п, w_п$ – пульсаційні складові швидкості руху повітря;

$c_п$ – пульсаційна концентрація газу;

t – час.

Розрахунок концентрації виконується за формулами (10)–(13) для всіх гілок, що входять до складу розрахункової моделі.

Світлова індикація концентрації забруднюючих речовин дозволяє відобразити для гілок розрахункової мережі ступінь концентрації шкідливих речовин у повітрі, позначати виробки зі значенням концентрації шкідливих речовинвище загранично припустимі концентрації (рис. 4). Розрахунки можуть бутипроведені для будь-якої кількості забруднюючих показників: метан, радон, водень тощо.

На основі проведеного аналізу визначаються варіанти роботи вентиляційної мережі для зменшення величини концентрації забруднюючих речовин у повітрі до рівнів нижче за ГПК.

Цільове призначення АС «Розрахунок вентиляції» не обмежується лише виконанням розрахунків режимів роботи вентиляційної мережі у штатних ситуаціях. На базі підготовлених для розрахунку моделей система дозволяє проводити моделювання її поведінки у непередбачуваних та аварійних ситуаціях. До аварійних ситуацій, що впливають на склад шахтного повітря, відносяться пожежі у виробках, пломеніння електро- та енергокомунікацій, що призводять до задимлення виробок і розповсюдження диму за мережею.

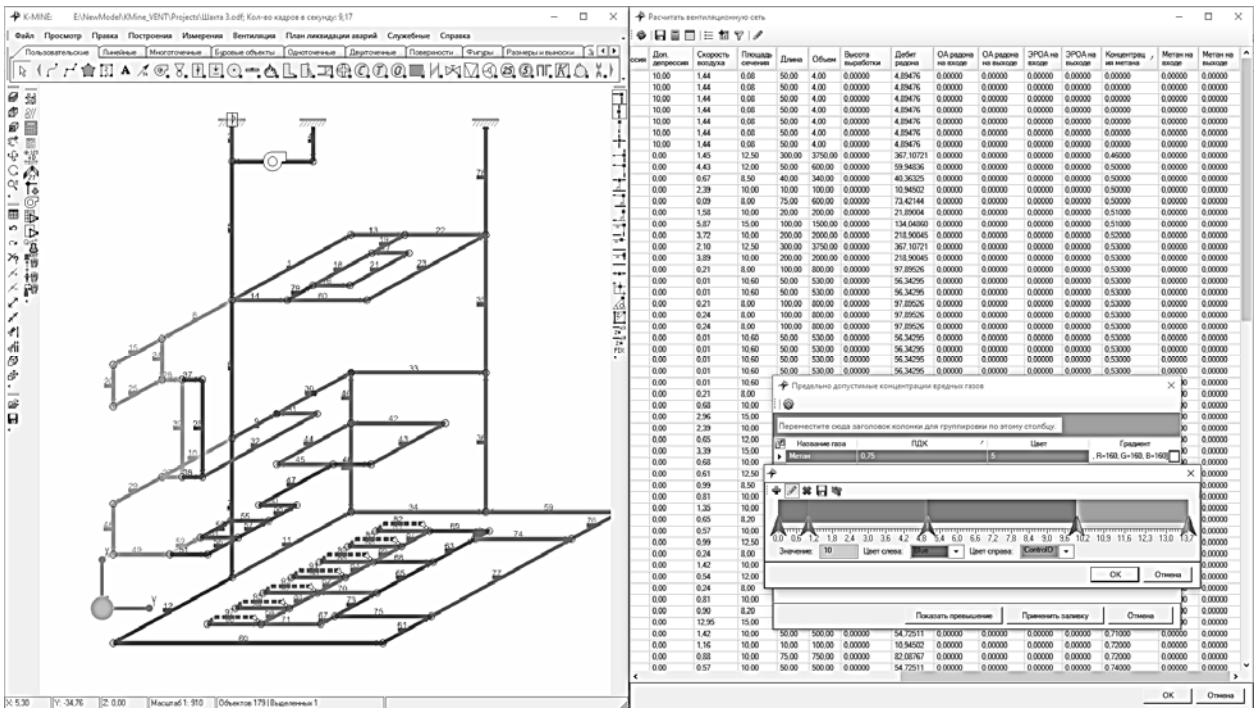


Рис. 4. Світлова індикації концентрації забруднюючих речовин у шахтному повітрі для вибраного режиму провітрювання

Цільове призначення АС «Розрахунок вентиляції» не обмежується лише виконанням розрахунків режимів роботи вентиляційної мережі у штатних ситуаціях. На базі підготовлених для розрахунку моделей система дозволяє проводити моделювання її поведінки у непередбачуваних та аварійних ситуаціях. До аварійних ситуацій, що впливають на склад шахтного повітря, відносяться пожежі у виробках, пломеніння електро- та енергокомунікацій, що призводять до задимлення виробок і розповсюдження диму за мережею.

До особливостей функціонування АС при моделюванні аварійних режимів провітрювання відносяться: визначення об’ємів і швидкості розповсюдження диму та забруднюючих речовин для вибраного режиму провітрювання, проведення оцінювання очікуваної ефективності вентиляційного режиму при аваріях, розрахунок і моделювання теплової депресії від пожежі, оцінювання стійкості вентиляційних струменів, прогнозування можливих наслідків розвитку аварійної ситуації тощо.

З точки зору дотримання норм безпеки у аварійних ситуаціях система дозволяє вирішувати такі завдання: розрахунок найкоротших, або найоптимальніших маршрутів виведення працівників шахти (рудника) із зони аварії, з визначенням загального шляху руху в безпечних і загазованих виробках і урахування можливості непрохідних виробок; розрахунок найкоротших маршрутів для руху гірничих рятівників до місця настання аварії та визначення видів та категорій їх робіт за ділянками маршруту. Для вирішення таких завдань використовуються математичні методи знаходження найкоротшого шляху в мережі графу, з рахуванням обмежень в його гілках. Зазначені

функції можуть бути використані при формуванні планів ліквідації аварій далі – ПЛА).

Ефективність застосування АС «Розрахунок вентиляції» при проектуванні та експлуатації систем шахтної (рудничної) вентиляції визначається показниками:

- зниження витрат на електроенергію за рахунок вибору оптимального режиму роботи активних регуляторів (вентиляторів головного провітрювання);
- зменшення об'ємів гірничо-капітальних робіт на вентиляційні виробки на 3…5 % за рахунок детального аналізу вентиляційної ситуації на етапі проектування;
- зниження до 25 % витрат на будівництво вентиляційних споруджень і вентиляційне устаткування за рахунок вибору оптимального місця їх розташування з урахування орографії місцевості на етапі проектування;
- підвищення швидкості реагування на зміни вентиляційної ситуації в штатних і аварійних режимах;
- автоматизація обробки та аналізу депресійних зйомок тощо.

Застосування наведених функцій АС K-MINE «Розрахунок вентиляції» дозволяє використовувати її у якості системи підтримки прийняття рішень для оптимізації регуляторів розподілу повітря шахт і рудників, що, в свою чергу, суттєво зменшує ризики шкідливого впливу забруднюючих речовин і пилу на здоров'я працівників і, таким чином, підвищує загальну безпеку ведення гірничих робіт.

Список літератури

1. Аэрология горных предприятий. / [К. З. Ушаков, А. С. Бурчаков, Л. А. Пучков, И. И. Медведев]; под редакцией проф., д-ра техн. наук К. З. Ушакова. 3-е изд., перераб. и доп. – М., Недра, 1987. – 421 с.
2. Правила безпеки у вугільних шахтах / Затв. Наказом Міністерства праці та соціальної політики України 22.08.2000 № 215. – К., 2000.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі) : СанПиН 4617-88 : від 26.05.1988.
4. Андрияшев М. М. Гидравлические расчеты водопроводов и водопроводных сетей /М. М. Андрияшев. – М., 1964. – 107 с.
5. Круглов Ю. В. Моделирование систем оптимального управления воздухораспределением в вентиляционных сетях подземных рудников : дис. ... канд. техн. наук : 25.00.20 / Ю. В. Круглов. – Пермь. – 2006. – 170 с.
6. Вассерман А. Д. Проектные обоснования параметров вентиляции рудников и подземных сооружений /А. Д. Вассерман. – Л. : Наука, 1988. – 152 с.

Дата подання статті до збірника – 04.11.2015

УДК 621.396:621.391.82

В. А. Глива, д-р техн. наук (*НАУ*)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ПІДВИЩЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВИРОБНИЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

У статті розглянуто різноманітні електромагнітні впливи на електронне та електричне обладнання та розробленно заходи з підвищення електромагнітної сумісності технологічного обладнання та електромагнітної безпеки персоналу. Досліджено взаємний вплив технічних засобів, розміщених у будівлі, та умови зниження цього взаємовпливу на обладнання та працюючих. Визначено, що найбільш дієвими заходами з підвищення електромагнітної сумісності технічних засобів є раціональне їх розміщення у будівлі та екранування з мінімальними коефіцієнтами відбиття.

Ключові слова: *електромагнітний вплив, сумісність, електромагнітна безпека, екранування.*

В статье рассмотрены различные электромагнитные влияния на электронное и электрическое оборудование, а также разработаны меры по повышению электромагнитной совместимости технологического оборудования и электромагнитной безопасности персонала. Исследовано взаимное влияние технических средств, расположенных в здании, и условия снижения этого взаимовлияния на оборудование и работающих. Определено, что наиболее действенными мерами по повышению электромагнитной совместимости технических средств является рациональное их размещение в здании и экранирование с минимальными коэффициентами отражения.

Ключевые слова*: электромагнитное влияние, совместимость, электромагнитная безопасность, экранирование.*

In the article the different electromagnetic influences on electrical and electronic equipment and the development and improvement measures the electromagnetic compatibility technology equipment and electromagnetic safety personnel. Investigated the mutual influence of technical facilities located in the building, and the conditions for mutual decrease of equipment and workers. It was determined that the most effective measures to improve

the electromagnetic compatibility of technical means is the rational placement of buildings and screening with minimal reflection coefficients.

Keywords: *electromagnetic impact, compatibility, electromagnetic safety, shielding.*

Вступ. Сучасною тенденцією в організації технологічних процесів є збільшення кількості та ущільнення розміщення електронного та електричного обладнання. Об'єктивний наслідок цього – підвищення електромагнітного навантаження на виробниче середовище та зміна його кількісного та якісного складу – зростання рівнів електромагнітних полів та розширення їх частотного діапазону. За таких умов зростає імовірність неприпустимого впливу цього фактора на стабільність функціонування електронного та електричного обладнання і взаємного впливу окремих технічних засобів за рахунок їх власних електромагнітних полів.

Це явище особливо небезпечне при експлуатації систем керування технологічними процесами – повітряним рухом, атомними та тепловими електростанціями, металургійними та гірничодобувними комплексами, збої у яких можуть призвести до аварій та навіть катастрофічних наслідків.

Таким чином, дослідження та розроблення системи заходів із підвищення надійності та стабільності роботи сучасного електричного та електронного обладнання є актуальним науковим та прикладним завданням.

Сучасний стан питання та завдання дослідження. Визначене завдання у загальному вигляді є проблематикою електромагнітної сумісності технічних засобів, яка на цей час як в Україні, так і за кордоном регламентується низкою національних і міжнародних нормативів, наприклад [1–6]. Втім їх застосування є проблематичним. По-перше, згідно з постановою КМУ від 7.10.2003 р. № 1585 підтвердження відповідності електромагнітної сумісності продукції є справою добровільною, по-друге, – практично всі Державні стандарти України з електромагнітної сумісності є ідентичними (IDT) відповідним загальноєвропейським (EN) або міжнародним (ISO) нормативам, що має наслідком суттєві розбіжності з іншими національними стандартами та санітарними нормами з улаштування електричного обладнання та електромагнітної безпеки, що ретельно проаналізовано у роботі [7].

Крім того, постійне оновлення парку обладнання висуває нові вимоги до забезпечення його безперебійної роботи, що ініціює проведення ретельних експериментальних і теоретичних досліджень з цих питань.

Всебічний розгляд напрацювань з цієї проблематики ускладнюється обмеженою кількістю публікацій у відкритих джерелах, що особливо

стосується авіакосмічної галузі, де це є особливо актуальним. Втім питання електромагнітної сумісності обладнання енергопостачання, засобів зв'язку та інформаційних технологій широко висвітлюються і є найбільш актуальними для виробничих, адміністративних і побутових будівель.

Відомо, що суттєвий внесок у електромагнітну обстановку у будівлях різного профілю дають джерела магнітного поля промислової частоти 50 Гц. При цьому вмикання та вимикання і перехідні процеси створюють імпульсні електромагнітні завади. У роботі [8] підвищення електромагнітної сумісності побудовано на раціоналізації взаємного розташування джерел магнітного поля та розроблено відповідну математичну модель. Але ці дослідження стосуються не спотвореного електричного струму промислової частоти у трифазній електричній мережі.

Особливістю сучасного електронного обладнання є використання імпульсних джерел електроживлення, що поряд із перевагами (мала вага та розміри, економічність) мають недолік – спотворення форми електричної напруги (струму) у силовій електромережі (так звана «пласка синусоїда») [9]. Наслідками є значні рівні реактивної потужності у системах електроживлення і поява гармонік та інтергармонік промислової частоти 50 Гц [10], що негативно позначається на режимах роботи електричного та електронного обладнання. Компенсація реактивної потужності та зниження рівнів гармонік та інтергармонік досягається за рахунок спеціальних компенсуючих установок [11, 12]. Пасивні компенсатори (наприклад, конденсаторні установки) не завжди дають достатній ефект.

У більшості випадків доцільним є використання активної фільтрації [13]. Але такі установки мають велику вартість і забезпечують тільки силову мережу.

Значну технічну проблему складає взаємний вплив окремих компонентів технічного об'єкта, особливо в умовах їх щільного розміщення. Найбільш ефективним засобом зниження таких впливів є автоматичне управління магнітним полем за рахунок зворотних зв'язків [14]. Очевидно, що такі методи ефективні для складного обладнання обмеженого використання.

У сучасних умовах суттєвий вплив на роботу чутливої електронної апаратури може мати зовнішнє електромагнітне випромінювання, наприклад, з боку базових станцій мобільного зв'язку. У першу чергу, це стосується чутливої медичної діагностичної апаратури [15]. Найдієвішими засобами захисту від таких впливів є екранування зовнішніх електромагнітних випромінювань захисними матеріалами [16]. Як буде показано далі, таке екранування не завжди дає бажаний ефект. Уникнення такого впливу можливе за рахунок зниження потужностей зовнішніх випромінювачів до рівня, який забезпечує мінімально необхідну якість зв'язку [17]. Але такий спосіб має суттєвий недолік:

конструкції базових станцій передбачають їх роботу у номінальних режимах. Зниження потужностей випромінювань технічно можливе, але при цьому значно знижується стабільність функціонування самого передавача.

Проведений аналіз свідчить про необхідність забезпечення електромагнітної сумісності технічних засобів шляхом підвищення якості напруги у силових електромережах, захист окремих технічних засобів від зовнішніх електромагнітних полів і випромінювань їх екрануванням шляхом раціоналізації розміщення екранів та дотримання необхідного балансу між їх поглинальними та відбивальними властивостями залежно від співвідношення рівнів внутрішніх і зовнішніх електромагнітних полів і випромінювань.

Мета роботи – розроблення сучасних засобів і заходів із підвищення електромагнітної сумісності технологічного обладнання на засадах прийнятної достатності та економічної доцільності.

Електромагнітні впливи на електронне та електричне обладнання умовно можна розділити на такі категорії:

- вплив зовнішніх джерел електромагнітних полів і випромінювань (за межами будівель і споруд);
- вплив внутрішніх джерел, розташованих у цьому ж приміщенні та будівлі;
- взаємний вплив компонентів технічних засобів.

При цьому необхідно враховувати як стійкість (чутливість) технічних засобів до електромагнітних впливів, так і їх власні випромінювальні властивості. Відомо, що забезпечення електромагнітної сумісності та електромагнітної безпеки персоналу є двоєдиним завданням [18]. Тому ці питання доцільно розглядати разом. Доцільність такого підходу обумовлено низкою невідповідностей вимог з електромагнітної безпеки [19]. Найбільш суттєвими з них є такі: у деяких випадках дозволені випромінювальні властивості обладнання перевищують гранично допустимі рівні для персоналу і навпаки – допустимі рівні електромагнітного навантаження на середовище перевищують поріг чутливості технологічного обладнання. Особливо це стосується майже усього обладнання засобів обчислювальної техніки та допоміжних пристроїв.

Джерелами зовнішніх впливів на електромагнітну обстановку у будівлях є електромагнітні поля промислової частоти 50 Гц (в основному – їх магнітна складова) з боку всіх компонентів систем електропостачання та електромагнітні випромінювання радіотехнічного обладнання зв’язку.

Особливістю формування електромагнітної обстановки навколо повітряних ліній електропередач є постійне значення електричного поля (залежить від робочої напруги лінії) та зміни магнітного поля залежно від струму навантаження, який, у свою чергу, залежить від часу доби,

дня тижня, пори року. Значення магнітного поля поблизу лінії електропередачі напругою 110 кВ наведено на рис. 1.

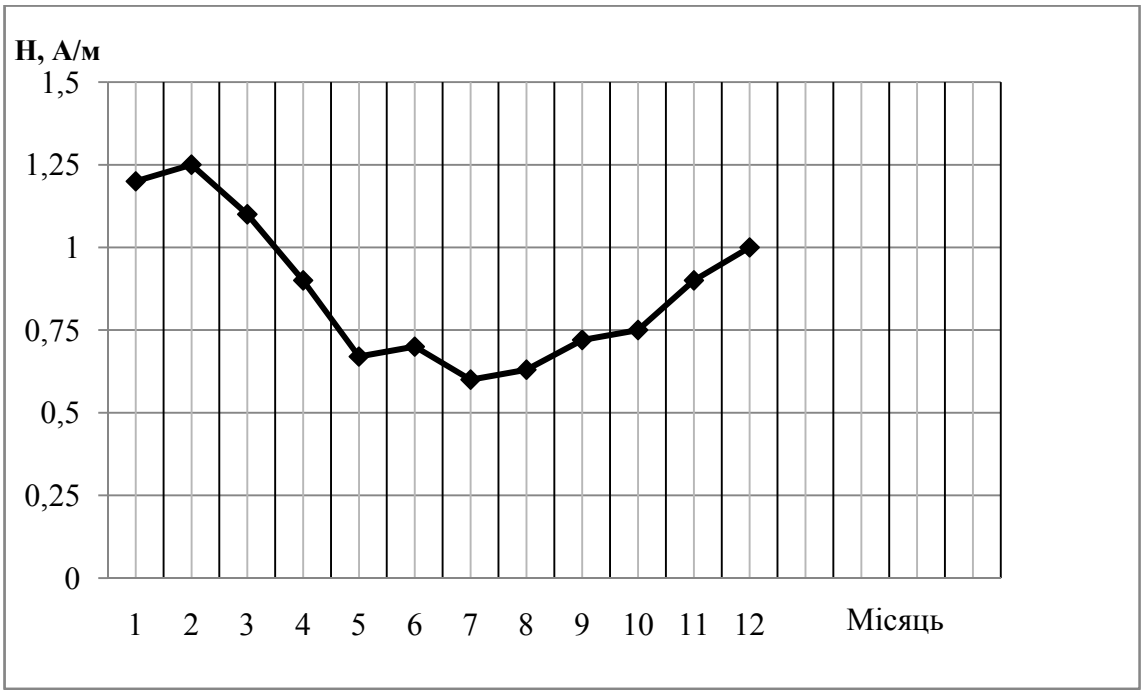


Рис. 1. Залежність напруженості магнітного поля лінії електропередачі напругою 110 кВ на відстані 20 м від проекції на землю крайнього фазного дроту від місяця року (усереднені значення)

Наведений приклад є окремим через значну залежність магнітних полів від навантаження на лінію, але він відображає загальну закономірність, обумовлену зміною електроспоживання упродовж року. Слід зазначити, що лінії такої напруги дуже поширені у населених пунктах і для них не передбачено санітарно-захисних зон.

Напруженості магнітного поля, навіть мінімальні, наведені на рис. 1, перевищують, наприклад, напруженості поля, допустимі для експлуатації комп'ютерної техніки, стійкість якої має відповідати класу I, тобто вона має витримувати (стабільно функціонувати) за напруги магнітного поля 1 А/м.

Рівні магнітного поля, генерованого повітряною лінією електропередачі, можна попередньо оцінити. За частоти 50 Гц електромагнітне поле є квазістаціонарним, що дозволяє розглядати його електричну та магнітну складові окремо.

У таких умовах напруженість магнітного поля *dH(t)*, викликана електрострумом *i(t)*, який протікає магнітним сегментом провідника *dL*, може бути розрахована за допомогою закону Біо-Савара:

$$d\boldsymbol{H}(t) = i(t)/4\,\pi r^3\,(d\boldsymbol{\ell} \times \boldsymbol{R}).$$

Вектор $\boldsymbol{R}$ спрямований від сегмента $d\boldsymbol{L}$ зі струмом $i(t)$ до місця визначення напруженості поля K. У цьому випадку напруженість магнітного поля лінії H матимемо зі співвідношення

$$\boldsymbol{H}\,(K,\,t\,) = i(t)/4\pi \int_L (d\boldsymbol{l}\; x\; \boldsymbol{R}) \,/\, R^3\,.$$

За синусоідальності електроструму та зсуву фаз у трифазній лінії $2\pi/3$ сумарне магнітне поле визначається як

$$\boldsymbol{H}(K) = \boldsymbol{H}_a \sin \omega t + \boldsymbol{H}_b \sin(\omega t + 2\pi/3) + \boldsymbol{H}_c \sin(\omega t + 4\pi/3),$$

де ω – циклічна частота електроструму, значенням електроструму слід обирати номінальний струм у лінії даної напруги;

$\boldsymbol{H_a}, \boldsymbol{H_b}, \boldsymbol{H_c}$ – вектори магнітного поля кожної з фаз лінії електропередачі.

Існують методи точного розрахунку напруженостей магнітних полів ліній електропередач, наприклад, наведений у [20], втім для попереднього оцінювання внеску лінії електропередачі у електромагнітну обстановку суміжної будівлі наведеного методу цілком достатньо.

Зниження рівнів цих магнітних полів можливе тільки за умови їх екранування. Характеристики та захисні властивості екранувальних матеріалів визначено у попередніх роботах [7, 16]. При використанні такого захисту виникає проблема, що пов’язана з обов’язковою суцільністю екрана для ефективного екранування низькочастотних магнітних полів.

Такий екран є повністю непрозорим для випромінювання частот мобільного зв’язку, що може стати причиною незручностей у роботі. У багатьох випадках потрібне зниження рівнів цих випромінювань, але це здійснюється з використанням сітчастих структур із необхідним кроком металевих елементів. Тобто, навіть за потреби зниження рівня впливу однієї частоти, необхідним є визначення рівнів електромагнітних полів і випромінювань інших частотних діапазонів з метою обирання мінімально необхідних коефіцієнтів екранування з урахуванням усіх впливів. При цьому критеріями достатності є як необхідні показники стійкості обладнання до електромагнітних впливів, так і гранично допустимі рівні електромагнітних полів і випромінювань для людей.

Окремого розгляду потребує взаємний вплив технічних засобів, розташованих у будівлі чи приміщені. Вони можуть мати різні нормативні рівні стійкості та емісії, наслідком чого є нестабільність роботи кожного з них. За непередбачуваної їх кількості ефективним методом підвищення надійності функціонування електронного обладнання є його розосередження, тобто збільшення відстані між окремими приладами. Але через обмеженість виробничих площ це не завжди є можливим і не завжди ефективним, якщо джерелом завад є мережа силового електроживлення, що притаманне більшості будівель зі

значною кількістю сучасного електронного обладнання [21]. У таких умовах зниження взаємовпливу обладнання досягається за рахунок розташування технічних засобів із нелінійними вольт-амперними характеристиками (наприклад, персональних комп'ютерів) таким чином, щоб сумарний внесок цих споживачів у загальне навантаження на одну фазу трифазної силової мережі не перевищував 15 %. Ефективним засобом зниження рівнів магнітного поля є використання екранів, які використовують явище віддзеркалення. Ці екрани розташовуються з боку, протилежного найбільшій напруженості магнітного поля, і знижують його рівень на 13…17 %.

У сучасних умовах найвагомішим фактором взаємного електромагнітного впливу обладнання є перевипромінювання за рахунок намагніченості масивного феромагнітного обладнання та випромінювань від екрануючих поверхонь. Це може бути як корпус технічного засобу, так і поверхні приміщення, у тому числі й екрани для захисту від зовнішніх впливів.

Зниження таких впливів досягається використанням електромагнітних екранів із мінімальними коефіцієнтами відбиття. Наші дослідження показали, що найбільш ефективними є металополімерні захисні матеріали з керованими захисними властивостями [22]. Їх перевага полягає у можливості регулювання співвідношення відбиття та поглинання електромагнітної енергії вмістом металевої субстанції у полімерній матриці.

Важливість розглянутої проблематики обумовлюється тим, що згідно з наказом Мінекономрозвитку України від 29.12.2014 № 1483 низку загальноєвропейських стандартів з електромагнітної сумісності прийнято як національні стандарти України методом підтвердження (наприклад, [23, 24]).

Вимоги цих стандартів набагато жорсткіші за розглянуті вище, тому вживання заходів із підвищення рівня електромагнітної сумісності електричного та електронного обладнання як у виробничих, так і у побутових умовах є нагальною потребою сьогодення.

Але впровадження європейських нормативів з електромагнітної безпеки неоднозначне, зокрема з огляду на відношення частини суспільства до розміщення базових станцій мобільного зв'язку. У проекті постанови КМУ щодо спрощення процедури ліцензування деяких видів діяльності є вимога до розробника нормативу з електромагнітної безпеки (Інститут гігієни та медичної екології НАМНУ) змінити гранично допустимі рівні випромінювань надвисоких і надзвичайно високих частот із 2,5 мкВт/см^2 (або 3 В/м) на 10 мкВт/см^2 (або 6 В/м). Навіть одна така зміна потребує корекції інших вимог як з електромагнітної безпеки, так і з електромагнітної сумісності.

Висновки

1. Організаційно-технічні заходи з підвищення електромагнітної сумісності електричного та електронного обладнання необхідно розробляти на комплексній основі з урахуванням зовнішніх і внутрішніх джерел впливу та взаємовпливу як окремих технічних засобів, так і їх компонентів.

2. Найбільш дієвими заходами з підвищення електромагнітної сумісності технічних засобів є раціоналізація їх розміщення у будівлі або приміщенні з навантаженням нелінійних електроспоживачів не більше ніж 15 % від загального навантаження на фазу та екранування електромагнітних полів і випромінювачів.

3. При застосуванні електромагнітних екранів слід дотримуватись принципу розумної достатності, який полягає у мінімально необхідному зниженні екранованого поля для забезпечення надійного бездротового зв'язку різного призначення.

4. Для уникнення погіршення електромагнітної обстановки за рахунок перевипромінювань електромагнітної енергії доцільно використовувати електромагнітні екрани з мінімальними коефіцієнтами відбиття – металополімерні екрани із керованими захисними властивостями.

5. При плануванні та впровадженні заходів із підвищення електромагнітної сумісності технічних засобів слід враховувати прийняття в Україні методом підтвердження загальноєвропейських стандартів з електромагнітної сумісності для усієї номенклатури електричного та електронного обладнання.

Список літератури

1. Електромагнітна сумісність. Частина 2. Електромагнітне оточення. Секція 4. Рівні сумісності для промислового обладнання щодо низькочастотних кондуктивних завад (IEC61000-2-4:1994, iDT). ДСТУ IEC 61000-2-4:2002. – [Чинний від 2003-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 11 с. – (Національний стандарт України).

2. Системи безперебійного електроживлення. Частина 2. Вимоги до електромагнітної сумісності (EN50091-2:1995, iDT) : ДСТУ EN 50091-2:2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 27 с. – (Національний стандарт України).

3. Електромагнітна сумісність. Загальний стандарт емісії. Частина 2. Промислове устаткування (EN50091-2:1993, iDT) : ДСТУ EN 50091-2:2003. – [Чинний від 2004-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 5 с. – (Національний стандарт України).

4. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от оборудования информационной

техники. Нормы и методы испытаний : ГОСТ 29216-91. – [Введен в действие 1993-01-01]. – М. : Госстандарт СССР, 1992. – 22 с. – (Межгосударственный стандарт).

5. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань : ДСТУ 2465-94. – [Чинний від 1995-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 1995. – 29 с. – (Національний стандарт України).

6. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы : ГОСТ 34.602-89. – [Введен в действие 1990-01-01]. – М. : Госстандарт СССР, 1991. – 15 с. – (Межгосударственный стандарт).

7. Глива В. А. Моніторинг та нормалізація фізичних факторів виробничого середовища при експлуатації автоматизованих систем [Текст] : дис. … докт. техн. наук : 05.26.21 / Глива Валентин Анатолійович. – Київ, 2012. – 320 с.

8. Безменова Н. В. Обеспечение электромагнитной совместимости по магнитным полям частоты технических средств комплектных распределительных устройств систем электроснабжения : дис. … канд. техн. наук : 05.09.03 / Безменова Надежда Валерьевна. – Самара, 2012. – 155 с.

9. Кузнецов В. Г. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения / В. Г. Кузнецов, Э. Г. Куренный, А. П. Лютый. – Донецк : Донбасс, 2005. – 250 с.

10. Саєнко Ю. Л. Реактивна потужність в системах електропостачання з нелінійними навантаженнями : дис…докт. техн. наук : 05.09.05 / Саєнко Юрій Леонідович. – Л., 2003. – 350 с.

11. Singh B. Neural network-based selective compendation of current quality problems in distribution system / B. Singh, V. Verma, G. Solanki // IEEE Transactions. Industrial Electronics. – 2007. – Vol. 54, No 1. – P. 53–60.

12. Саєнко Ю. Л. Зниження рівнів гармонічних спотворень в електричних мережах з джерелами інтергармонік / Ю. Л. Саєнко, Г. К. Бараненко, Є. В. Бараненко // Електрифікація транспорту. – 2012. – № 3. – С. 78–83.

13. Саенко Ю. Л. Методы компенсаций реактивной мощности в сетях с нелинейными нагрузками / Ю. Л. Саенко // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2013. – Вип. 26. – С. 204–210.

14. Розов В. Ю. Методы формирования сигналов обратных связей в замкнутых системах управления магнитным полем технических объектов при наличии сторонних источников магнитного поля / В. Ю. Розов, Д. А. Ассуиров, А. А. Давыдов / Технічна електродинаміка. – 2009. – № 6. – С. 8–16.

15. Думанський В. Ю. Гігієнічні аспекти електромагнітної сучасності базових станцій мобільного зв'язку та медичних електронних приладів / В. Ю. Думанський, С. В. Біткін // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип. 50. – С. 193–200.

16. Глива В. А. Критерії вибору захисних матеріалів для екранування електромагнітних полів / В. А. Глива // Проблеми охорони праці в Україні : збірник наукових праць. – 2011. – Вип. 21. – С. 68–76.

17. Мордачев В. И. Необходимый и достаточный уровень мощности электромагнитного излучения базовых станций сети GSM / В. И. Мордачев, А. С. Свистунов // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2013. – № 7. – С. 44–50.

18. Електромагнітна безпека та електромагнітна сумісність технічних засобів / Ю. Д. Думанський, О. І. Запорожець, В. А. Глива та ін. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2008. – Вип. 16. – С. 143–148.

19. Барабаш О. В. Питання узгодженості нормативної бази електромагнітної сумісності та електромагнітної безпеки засобів обчислювальної техніки / О. В. Барабаш, В. А. Глива, А. В. Лук'янчиков // Прикладная электроника. Состояние и перспективы развития : 3-й Международный радиоэлектронный форум: 22–24 октября 2008 : сб. научн. трудов. – Т. VI. – Х., 2008. – С.159–162.

20. Розов В. Ю. Исследование магнитного поля высоковольтных линий электропередачи переменного тока / В. Ю. Розов, С. Ю. Реуцкий, Д. Е. Пелевин, В. Н. Яковенко // Технічна електродинаміка. – 2012. – № 1. – С. 3–9.

21. Перельот Т. М. Гармоніка електричних струмів промислової частоти та їх вплив на електромагнітну обстановку у приміщеннях / Т. М. Перельот // Гігієна населених місць. – 2014. – Вип. 64. – С. 112–198.

22. Обухан К. Ю. Біологічна оцінка електромагнітних випромінювань (192 МГц) на клітинному рівні / К. Ю. Обухан, Л. А. Томашевська // Гігієна населених місць. – 2008. – Вип. 52. – С. 216–221.

23. Електромагнітна сумісність. Характеристика радіозавад приймальних пристроїв та підключеного до них обладнання. Норми та методи вимірювання : ДСТУ EN 55013.2014 [Чинний від 2016-01-01] (Державний стандарт України).

24. Електромагнітна сумісність. Частини 3–12. Норми та сили струму гармонік, створених обладнанням із номінальним вхідним струмом силою понад 16 А та до 75 А включно на фазу, підключеним до низьковольтних електропостачальних систем загальної призначеності. ДСТУ EN 61000-3-12:2014 [Чинний від 2016-01-01] (Державний стандарт України).

Дата подання статті до збірника – 12.08.2015 р.

УДК 331.45

О. Є. Кружилко, д-р техн. наук, В. В. Майстренко *(ДУ «ННДІПБОП»)*,
М. О. Радіонов *(Державна служба України з питань праці)*,
О. І. Полукаров, канд. техн. наук *(НТУУ «КПІ»)*

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЕРЖПРАЦІ УКРАЇНИ

У статті викладено основні положення створення інформаційно-аналітичної системи Державної служби України з питань праці. Запропоновано алгоритм розроблення, прийняття та оцінки ефективності оперативних управлінських рішень.

Ключові слова: *охорона праці, інформаційно-аналітична система, математична модель, управлінське рішення.*

В статье изложены основные положения создания информационно-аналитической системы Государственной службы Украины по вопросам труда. Предложен алгоритм разработки, принятия и оценки эффективности оперативных управленческих решений.

Ключевые слова: *охрана труда, информационно-аналитическая система, математическая модель, управленческое решение.*

The article describes the main provisions of the information-analytical system of State service of Ukraine on labor. An algorithm for the development, adoption and evaluation of the effectiveness of the operational management decisions.

Keywords: *labor protection, information-analytical system, mathematical model, administrative decision.*

Створювана інформаційно-аналітична система Державної служби України з питань праці (далі – ІАС Держпраці) має забезпечити ефективну інформаційно-аналітичну підтримку прийняття рішень, підвищити оперативність обробки даних та їх достовірність. Підсистеми ІАС мають бути впроваджені в центральному апараті Держпраці, територіальних управліннях, експертно-технічних центрах та інспекціях, а також на підприємствах.

Актуальність створення системи та модернізації існуючих підсистем зростає під час зміни структури Держпраці, особливо при зміні чисельності інспекторського складу, змін у нормативно-законодавчій базі, а також зміни підходів до організації державного нагляду, форм звітності та порядку їх заповнення й подання, що потребує оперативної модернізації вказаних систем.

Метою створення ІАС Держпраці є забезпечення сучасного рівня інформаційного забезпечення процесу вирішення нормативно-правових, методичних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних, соціально-економічних і наукових питань в сфері охорони праці на підприємствах, на галузевому, територіальному та державному рівнях.

ІАС Держпраці має забезпечити підвищення ефективності та досягнення якісно нового рівня прийняття рішень в системі охорони праці, істотно розвинути та зміцнити інформаційно-технічний потенціал, сприяти оперативності, достовірності, доступності та конфіденційності обробки інформації.

ІАС Держпраці має складатися з таких функціональних підсистем:

- підсистема збору та накопичення інформації;
- підсистема аналітичної обробки даних;
- підсистема класифікаторів і довідників;
- Інтернет-портал;
- підсистема ведення електронного документообігу;
- підсистема IP-телефонії;
- підсистема адміністрування ІАС Держпраці;
- комплексна система захисту інформації (КСЗІ).

Підсистема збору та накопичення інформації призначена для завантаження, зберігання, систематизації та узагальнення інформації в центральній базі даних ІАС Держпраці, створення єдиного архіву. Відповідно до основних завдань, визначених Положенням про Державну службу України з питань праці (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2015 р. № 96), слід забезпечити збір та накопиченнях інформації за такими напрямами.

«Охорона праці»:

- підсистема «Об’єкти підвищеної небезпеки»;
- підсистема «Нагляд»;
- підсистема «Травматизм»;
- підсистема «Дозволи»
- підсистема «Ринковий нагляд»;
- реєстр технологічного транспорту;
- реєстр підіймальних споруд;
- державний реєстр нормативно-правових актів з питань праці;
- інформаційні бази для прогнозування та проведення аналізу тенденцій забезпечення прав людини відповідно до компетенції Держпраці;
- реєстр підприємств та організацій відповідно до груп ризику.

«Гігієна праці»:

- підсистема «Контроль за дотриманням вимог законодавства про працю»;

- підсистема «Нагляд (контроль) у сфері гігієни праці»;
- підсистема «Санітарно-гігієнічних умов праці».

«Умови праці»:

- підсистема «Атестація робочих місць за умовами праці».

«Радіаційний контроль»:

- підсистема «Дозиметричний контроль робочих місць та доз опромінення працівників».

Підсистема класифікаторів та довідників призначена для забезпечення ведення в актуальному стані єдиних класифікаторів та довідників ІАС Держпраці, ведення систем класифікації та кодування, упорядкування, опису та систематизації інформаційних ресурсів системи.

Підсистема аналітичної обробки даних призначена для аналізу даних в системі на основі використання засобів аналізу детальної інформації в базах даних, засобів створення звітів, засобів формування звітів, візуальних засобів (графіки) відображення звітів. Результати обробки та аналізу даних подаються в форматах, що забезпечують їх використання при підготовці звітних документів Держпраці.

Інтернет–портал – загальнодержавна інформаційна система, реалізована на основі Інтернет-технологій та призначена для управління інформацією та організації доступу до документів.

Підсистема ведення електронного документообігу має забезпечувати обіг електронних документів на етапах створення, оброблення, відправлення, передавання, одержання, зберігання, використання, перевірки цілісності, а у разі необхідності – забезпечувати підтвердження факту одержання таких документів.

Підсистема IP-телефонії має функціонувати з використанням комунікаційних протоколів, технологій та методів, що забезпечують традиційні для телефонії набір номера, двостороннє голосове спілкування, а також відеоспілкування мережею Інтернет або з іншими IP-мережами.

Підсистема адміністрування повинна мати програмні засоби для адміністрування ІАС Держпраці, визначення прав доступу, резервного копіювання баз даних. У підсистемі адміністрування має бути реалізована реєстрація операцій, які виконують користувачі, і які можуть бути критичними щодо коректності інформації в ІАС Держпраці.

Функції адміністрування має забезпечувати підтримку ІАС Держпраці у працездатному стані з урахуванням змін у програмно-технічному середовищі або її інформаційної бази.

Комплексна система захисту інформації забезпечує захист державних інформаційних ресурсів, що входять до складу ІАС Держпраці шляхом впровадженням комплексу технічних, криптографічних, організаційних та інших заходів і засобів цієї системи, спрямованих на недопущення блокування інформації, несанкціонованого ознайомлення з нею та/або її модифікації.

Функції системи комплексного захисту інформації мають забезпечувати захист інформації на будь-якому етапі її прийому/передачі, обробки та збереження. В системі має бути передбачена система електронного цифрового підпису (далі – ЕЦП), тобто видів електронного підпису, отриманих за результатом криптографічного перетворення наборів електронних даних, що додаються до цього набору або логічно з ним поєднуються і дають можливість підтвердити його цілісність та ідентифікувати осіб, які поставили свій підпис. ЕЦП накладається за допомогою особистого ключа та перевіряється за допомогою відкритого ключа.

Ситуація прийняття оперативних управлінських рішень [1], спрямованих на покращення стану охорони праці, визначається множинами чинників між якими існують аналітичні залежності:

$$\{P, X, Y, Q, R, Z, T\} \qquad (1)$$

де: P – множина типів задач прийняття рішень;

X – множина інформаційних даних, що використовуються при прийнятті рішень;

Y – множина показників, за якими оцінюється стан охорони праці (рівень виробничого травматизму, професійної захворюваності, збитків з охорони праці тощо);

Q – множина оперативних управлінських рішень, припустимих у рамках визначеного типу задачі;

R – формалізоване правило (критерій) вибору управлінського рішення з множини можливих;

Z – множина обмежень, визначених відповідно до умов конкретної задачі;

T – фактор часу.

Результат виконання оперативного управлінського рішення q_j ($q_j \in Q$, $\mathrm{j} = 1,...,n$) у момент часу t зумовлює стан множини показників Y_i ($Y_i \in Y$, $i = 1,..., m$). При цьому зроблено припущення про те, що для кожного показника множини Y на основі обробки статистичних даних можна отримати математичну модель, що має вигляд:

$$Y^{t+1} = F(X^t(Z), Q). \qquad (2)$$

Якщо у момент часу t було прийнято та реалізовано оперативне управлінське рішення q_j, для наступного моменту часу $t+1$ можна отримати розрахункове значення показника:

$$y_{ij}^{t+1} = Y_i^t\left(F(X^t(Z), q_j\right). \qquad (3)$$

Алгоритм розроблення, прийняття та оцінки ефективності управлінських рішень з використанням ІАС Держпраці представлено на рис. 1.

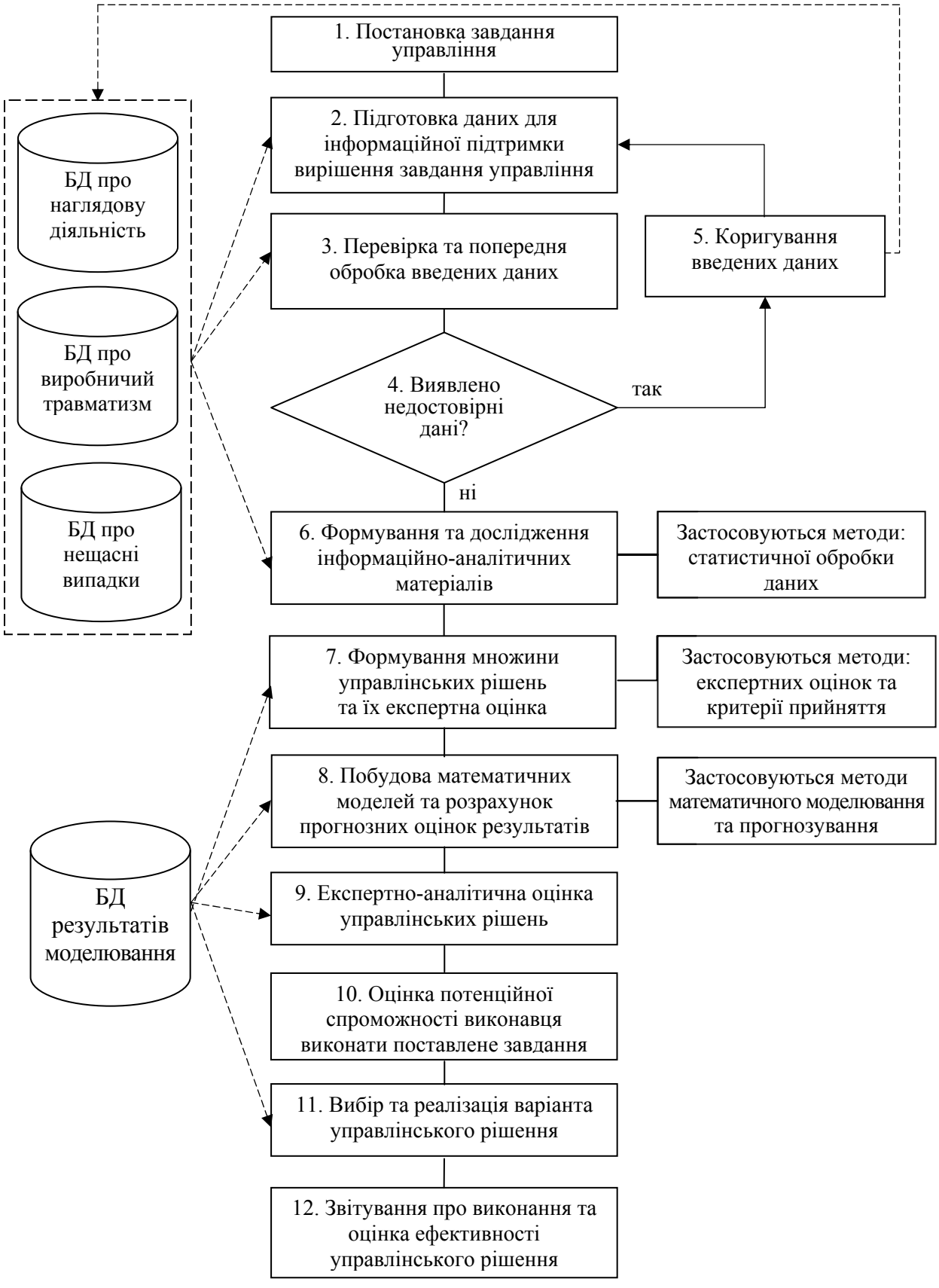


Рис. 1. Алгоритм розроблення, прийняття та оцінки ефективності управлінських рішень з використанням ІАС Держпраці

Етап 1. Постановка завдання управління. На цьому етапі керівник визначає зміст управлінського рішення, мету його виконання, необхідні ресурси, строк виконання. Крім того, керівником визначається показник, а також встановлюється граничне значення, якого має досягти цей показник в результаті виконання завдання управління.

Етап 2. Підготовка даних для інформаційної підтримки вирішення завдання управління. Залежно від змісту поставленого завдання управління здійснюється формування інформаційних матеріалів потрібних обсягів і номенклатури. При цьому, зокрема, використовуються інформаційні системи та накопичені бази даних, а також, у разі необхідності, додаткові джерела інформації. Для сфери охорони праці основними джерелами інформації для підготовки та прийняття управлінського рішення є бази даних про травматизм, наглядову діяльність та інші. Як додаткові джерела можливо використовувати спеціалізовані тематичні бази даних, що містять інформацію з питань, які становлять інтерес в залежності від змісту задачі, що вирішується (наприклад, правова бібліотека «Ліга», база даних організацій – розробників та самої науково-технічної продукції з охорони праці, база даних засобів захисту тощо).

Можливість і результативність використання інформації обумовлено такими основними її споживчими показниками якості, як адекватність, точність, репрезентативність, достатність, доступність, актуальність, своєчасність, вірогідність. Загальновідомо, що використання недостовірної або неповної інформація призводить до помилкових і недостатньо обґрунтованих рішень. Слід відзначити, що до баз даних з питань охорони праці заносяться лише ті дані, які оформлені належним чином та відповідають вимогам чинних документів розпорядницького характеру.

Етап 3. Перевірка та попередня обробка введених даних. Етап виконується з використанням семантичних, синтаксичних і логічних методів контролю. Крім того, для перевірки даних також застосовується оперативне проведення допоміжних розрахунків з метою виявлення недостовірних (помилково введених) даних.

Етап 4. Виявлено недостовірні дані? Здійснюється перевірка – чи виявлено недостовірні (помилково введені) дані. Якщо виявлено – перехід до етапу 5; в іншому випадку – до етапу 6.

Етап 5. Коригування введених даних. У разі виявлення недостовірних даних або будь-яких помилок відбувається коригування цих даних. Скореговані дані заносяться до відповідних баз даних (далі – БД), а підготовка даних (етап 2) виконується знову повністю або частково.

Етап 6. Формування та дослідження інформаційно-аналітичних матеріалів. На цьому етапі в автоматизованому режимі проводяться розрахунки з використанням наявних початкових даних з проблематики вирішуваного завдання управління (підготовлені на етапі 2). За результатами обробки даних виконується формування інформаційно-аналітичних матеріалів у вигляді, придатному для подальшого дослідження експертами (у графічному, табличному). Крім того, здійснюється формування масивів даних для подальшої обробки, зокрема, для моделювання та прогнозування.

Етап 7. Формування множини управлінських рішень та їх експертна оцінка. На цьому етапі залучаються кваліфіковані експерти, які формують множину управлінських рішень. Експерти використовують інформаційні матеріали, отримані в результаті обробки даних в умовах функціонування підсистем ІАС Держпраці.

За строками підготовки та прийняття рішення з управління охороною праці поділяють на планові та оперативні. Планові управлінські рішення виробляються в результаті статистичної обробки звітної інформації та реалізуються в терміни, встановлені нормативними (керівними, розпорядчими або іншими) документами. Оперативні рішення виробляються на підставі аналізу оперативної інформації та потребують оперативних заходів для їх реалізації. На підставі планових рішень відбувається розроблення, наприклад, планів роботи структурних підрозділів Держпраці України всіх рівнів. Оперативні рішення вносять корективи до планів, дозволяють врахувати реальні умови виконання планів. Після того як сформовано множину альтернативних варіантів управлінських рішень для кожного елемента цієї множини, вказується його формалізована назва; визначаються чинники, на які передбачається здійснити вплив; визначаються строки виконання, необхідні ресурси, потенційних виконавців (з урахуванням стану виконавської дисципліни) та очікувані результати виконання. Для сформованої множини альтернативних варіантів управлінських рішень розраховується їх експертна оцінка.

Етап 8. Побудова математичних моделей та розрахунок прогнозних оцінок результатів реалізації рішень. Стан охорони праці в кожний момент часу t характеризується значенням, визначеним у завданні управління показником. Цей показник залежить від значень множини чинників стану охорони праці в попередній момент часу (t-1), та від очікуваних результатів реалізації прийнятого управлінського рішення.

Побудову математичної моделі виконують із використанням інформаційно-аналітичних матеріалів та масивів даних, підготовлених на етапі 6. Для кожного управлінського рішення з множини Q

розраховують очікуване значення показника, за яким оцінюють ефективність управлінського рішення, в результатів прийняття *i*-го управлінського рішення:

$$Y_{t+1,i} = Y\left(F(X_t), q_i\right), \tag{3}$$

де $F(X_t)$ – математична модель, що встановлює залежність між показником, за яким оцінюється ефективність управлінського рішення, та множиною чинників;

X_t – масив статистичних даних про множину чинників, що впливають на показник, станом на момент часу *t*;

q_i – управлінське рішення.

Етап 9. Експертно-аналітична оцінка управлінських рішень. Таку оцінку здійснюють через розрахунок показника якості множини управлінських рішень, який враховує результати експертного опитування та прогнозні значення показника, за яким оцінюється ефективність управлінського рішення.

Показник якості *i*-го управлінського рішення для моменту часу *t* пропонується розраховувати за формулою:

$$V_{t,i}^{ЯР} = \frac{R(E, q_i)}{1 + Y'_{t,i}}, \tag{4}$$

де $R(E, q_i)$ – експертна оцінка *i*-го управлінського рішення;

$Y'_{t,i}$ – нормоване значення розрахункового показника $Y_{t,i}$, яке розраховується за формулою:

$$Y'_{t,i} = \frac{Y_{t,i} - Y_t^{\min}}{Y_t^{\max} - Y_t^{\min}}, \; Y'_{t,i} \in [0;1], \tag{5}$$

де $Y_t^{\max}$, $Y_t^{\min}$ – відповідно максимальне та мінімальне розрахункове значення показника Y_t (визначаються за результатами статистичної обробки даних).

Найкращій якості *i*-ї альтернативи відповідає найбільше значення показника якості управлінського рішення, що характеризує ситуацію, коли для *i*-ї альтернативи експертна оцінка має максимальне значення, а розрахункове значення показника $Y_{t,i}$ є мінімальним.

Етап 10. Оцінка потенційної спроможності виконавця виконати поставлене завдання. Для кількісної оцінки потенційної спроможності виконавця виконати поставлене завдання

використовується показник виконавської дисципліни. Показник виконавської дисципліни розраховується за формулою:

$$V_t^{ВД} = \frac{K_t^B}{K_t^П}, \qquad (6)$$

де K_t^B – кількість фактично виконаних заходів на момент часу *t*; , за умови, що дата їх виконання в цей момент вже настала;

$K_t^П$ – кількість запланованих заходів, які мають бути виконані на момент часу *t*.

За умови, що ситуація, коли кількість фактично виконаних із запланованих заходів перевищує кількість ($K_t^B > K_t^П$), не розглядається, значення показника $V_t^{ВД}$ знаходиться в межах 0...1. Найкращий стан виконавської дисципліни відповідає ситуації, коли всі заплановані заходи виконано ($V_t^{ВД} = 1$). У випадку, коли жоден із запланованих заходів не виконано, $V_t^{ВД} = 0$, що відповідає найгіршому стану виконавської дисципліни.

Етап 11. Вибір та реалізація варіанта управлінського рішення. Вибір остаточного варіанта рішення залишається прерогативою керівника, який здійснює свій вибір, базуючись на власному досвіді вирішення аналогічних завдань. У разі, якщо такий вибір здійснюється на основі експертно-аналітичної підтримки, оптимальне рішення визначається в такий спосіб. Насамперед, множину Q необхідно сортирувати за зростанням розрахункового значення $Y_{t,i}$. При подальшому розгляді із множини Q вилучаються ті управлінські рішення множини q_i, що мають розрахункове значення показника $Y_{t,i}$, яке перевищує визначене в умовах завдання граничне значення ($Y_t^Г$). Крім того, з множини Q виключаються такі рішення, виконання яких на момент його прийняття (*t*) є неможливим через нестачу будь-яких ресурсів (людських, фінансових), недостатній рівень виконавської дисципліни тощо. Рекомендованим для вибору буде рішення, яке має мінімальне значення показника якості управлінського рішення у сформованій множині Q.

Етап 12. Звітування про виконання та оцінка ефективності управлінських рішень. Сформований звіт про виконання поставленого завдання подається вищому керівництву.

Ефективність *i*-го управлінського рішення оцінюється за результатами його виконання. На відміну від розрахункового значення показника Y_t^0, для фактичного значення показника ($Y_t^Ф$), як результату

реалізації *i*-го управлінського рішення, не обов'язково повинна виконуватись умова потрапляння в інтервал $[Y_t^{\min}; Y_t^{\max}]$.

Показник ефективності *i*-го управлінського рішення розраховується в такий спосіб:

$$
\begin{aligned}
&V_{t,i}^{EP} = 1 - \frac{Y_{t,i} - Y_t^{\min}}{Y_t^{\max} - Y_t^{\min}}, \ \textit{якщо}\ Y_t^{\Phi} \in [Y_t^{\min}; Y_t^{\max}];\\
&V_{t,i}^{EP} = 0, \textit{якщо}\ Y_t^{\Phi} > Y_t^{\max};\\
&V_{t,i}^{EP} = 1, \textit{якщо}\ Y_t^{\Phi} < Y_t^{\min}.
\end{aligned}
\qquad (7)
$$

Таким чином, показник ефективності управлінських рішень, що використовується на заключному етапі його реалізації, визначає міру досягнення результату вирішення поставленого завдання.

Використання показників якості та ефективності управлінських рішень дозволяє провести поглиблений аналіз результатів вирішення поставленого завдання, виявити переваги та недоліки кожної з пропонованих альтернатив, оцінити рівень експертів, які залучались до роботи, оцінити точність прогнозування тощо.

Як видно з представленого алгоритму, перехід до нової технології розроблення, прийняття та оцінки управлінських рішень передбачає реалізацію функцій наукової підтримки управлінської діяльності шляхом комплексного використання сучасних інформаційних технологій, методів математичного моделювання, прогнозування та експертних. Разом з тим, слід відзначити, що прийняття рішень при традиційній та при новій технології управління залишається прерогативою керівника, відповідального за вирішення поставленого завдання.

Запропонований для використання в сфері охорони праці алгоритм розроблення, прийняття та оцінки ефективності управлінських рішень передбачає впровадження сучасних інформаційних технологій. ІАС Держпраці має базуватись на комплексному використанні баз даних про виробничий травматизм і наглядову діяльність, а також методів статистичної обробки даних, математичного моделювання та прогнозування та експертних оцінок.

Список літератури

1. Кружилко О. Є. Наукові засади оперативного управління охороною праці : дис… доктора техн. наук : 05.26.01 / Кружилко Олег Євгенович. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2011. – 320 с.

Дата подання статті до збірника – 27.10.2015

УДК 622.87:614.891.1

А. Ф. Долженков, д-р техн. наук
(Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ), г. Красноармейск)

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ШАХТЕРСКОЙ СПЕЦОДЕЖДЫ

Получены регрессионные модели, описывающие влияние обводнённости выработок на возникновение заболеваний органов дыхания, температуры и скорости движения воздуха; разработанаклассификация контингента шахтёров, основанная на анализе условий труда;рассчитано тепловое сопротивление пакета шахтерской спецодежды для горнорабочих; обоснованы требования к рациональной теплозащитной спецодежде.

Ключевые слова: *респираторные заболевания шахтёров, терморегуляция организма горнорабочих, теплозащитная спецодежда, тепловое сопротивление пакета шахтёрской спецодежды.*

Отримано регресійні моделі, що описують вплив обводнювання виробок на настання захворювань органів дихання, температури та швидкості руху повітря; розроблено класифікацію контингенту шахтарів, якаґрунтується на аналізі умов праці; розраховано тепловий опір пакету шахтарського спецодягу для гірників; обґрунтовано вимоги до раціонального теплозахисного спецодягу.

Ключові слова: *респіраторні захворювання шахтарів, терморегуляція організму гірників, теплозахисний спецодяг, тепловий опір пакета шахтарського спецодягу.*

Regressive models, describing influence on the origin of diseases of organs of breathing of water-bearing nature of making, temperature and rate of movement of air, are got; classification of contingent of miners, based on the analysis of terms of labor, is developed; thermal resistance of package of miner's overall is expected for miners; requirements are grounded to the rational heat cover overall.

Keywords: *respirator diseases of miners, termoregulyaciya of organism of miners, heat cover overall, thermal resistance of package of miner's overall.*

Как показали исследования заболеваемости, проведенные на ряде шахт с разными горно-геологическими и горнотехническими условиями, ведущее место в структуре заболеваний с временной утратой

трудоспособности занимают болезни органов дыхания. Статистическая оценка интенсивных показателей за 20012…2014 гг. по отрасли в целом, проведенная по отдельным нозологическим формам, позволила установить, что поражение острыми респираторными заболеваниями горнорабочих (фарингиты, ангины и др.) составляет 50,3 случаев на 100 работающих, что в 5,5 раз выше, чем заболеваниями костно-мышечной системы (9,12 случаев) и почти в 16 раз, чем заболеваниями периферической нервной системы (3,15 случаев).

Анализ причин заболеваний органов дыхания показывает, что на формирование температуры воздуха в горных выработках оказывают влияние горно-геологические, горнотехнические и метеорологические факторы. Автором получены регрессионные модели, описывающие влияние на возникновение заболеваний органов дыхания (в случаях на 100 работающих) обводнённости выработок, температуры и скорости движения воздуха и других факторов [1]:

$$У_1 = 7{,}364 - 0{,}305X_1 + 1{,}187X_2, \quad (1)$$

$$У_2 = 0{,}199 + 0{,}159X_3, \quad (2)$$

$$У_3 = 66{,}351 - 1{,}332X_1, \quad (3)$$

при: $9^0\text{C} \leq X_1 \leq 32^0\text{C}$, при 0,5 м/с$\leq X_2 \leq$4,0 м/с, при 1 балла$\leq X_3 \leq$4 баллов,

где $У_1$ – острый фарингит и ангина, случаи;

$У_2$ – уровни заболеваемости пневмонией, случаи;

$У_3$ – другие острые респираторные инфекции, случаи;

X_1 – температура воздуха, ^{0}C;

X_2 – скорость движения воздуха, м/с;

X_3 – обводнённость выработки, баллы.

Полученные регрессионные модели не противоречат данным, других авторов [2]. Установлено, что обводнённостью объясняется от 6 до 9 % случаев заболеваний пневмонией, причем уровень ее возрастает при работах на менее мощных пластах (0,77 метров – 0,72 случая и 1,2 м – 0,4 случая на 100 работающих).

Низкие значения температур вмещающих пород и их обводнённость, высокая скорость движения воздуха и его влажность, а также напряжённость и интенсивность труда нарушают тепловое равновесие между человеком и окружающей средой, что способствует значительному охлаждению организма. Наибольшая доля потери тепла радиацией и конвекцией (до 80 %) у горнорабочих, работающих в вертикальном положении, отдача тепла кондукцией, особенно характерна для работ на

маломощных пластах, где важным является соответствие конструкции спецодежды локальному теплообмену человека.

Таким образом, обеспечение нормальной терморегуляции организма при работах в угольных шахтах за счет обоснования требований к рациональной теплозащитной спецодежде является *актуальной научной задачей*.

Целью статьи является обоснование требований к рационализации теплозащитной шахтёрской спецодежды при различныхгорно-геологических и горнотехнических условиях.

Очевидно, что для обеспечения требований «идеальной» противотепловой защиты количество моделей шахтерских средств индивидуальной защиты (далее – СИЗ) должно соответствовать числу профессиональных групп, которых насчитывается 664, поскольку каждая группа имеет свою специфику по номенклатуре и интенсивности опасных и вредных производственных факторов (далее – ОВПФ). Естественно, что создание такого количества моделей нецелесообразно. В связи с многообразием полученных вариантов все профессиональные группы были объединены в 6 укрупненных групп. При группировании профессиональный фактор учитывался исходя из того, что представитель одной и той же профессии может работать в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Решение задачи унификации СИЗ основывается на нахождении общих условий сходимости показателей комплекса факторов, определяющих основныепараметры защиты и сводится, в первую очередь, к классификации контингента горнорабочих на группы со сходными условиями труда. На основе экспертного анализа была получена параметрическая пофакторная оценка условий труда во всех группах, что позволило с помощью специально разработанного алгоритма формализовать классификацию профессий шахтеров по нескольким группам со сходными условиями труда (табл. 1).

В связи с тем, что организм человека представляет единую систему, в которой всякий местный дискомфорт сказывается на тепловом состоянии остальных его участков, рассмотрим, в первую очередь, требования ко всему пакету теплозащитных свойств спецодежды.

Существующие методы обоснования требований к рациональной теплозащитной спецодежде для различных микроклиматических условий рассматривались в литературе, в основном, с гигиенической точки зрения и разрабатывались для рабочих, работающих в вертикальном положении [3, 4], в связи с чем в настоящей работе был проведен расчет теплозащитных свойств спецодежды, требования к которым определялись двумя методами – расчетным и экспериментальным [5].

Для расчета теплового сопротивления пакета шахтерской спецодежды у горнорабочих, работающих в положении стоя, определялись, прежде всего, радиационно-конвективные теплопотери по формуле:

Таблица 1

Классификация контингента шахтеров, основанная на анализе условий труда

Группы, сформированные по условиями труда	Условия труда, производственные факторы			
	Температура, ^{0}C	Позообразующие факторы	Обводнённость	Горно-геологические условия (мощность, угол падения)
1 группа	До 26^{0}C: охлаждающая – до 7^{0}C субнормальная – 8…15^{0}C нормальная – 16…25^{0}C	Обусловленные работой стоя	Отсутствие обводнённости	крутопадающие пласты любой мощности; пласты мощностью 1,3, м, с углом падения 19…45^0; пологие пласты мощностью более 1,8 м
2 группа	До 26^{0}C: охлаждающая – до 7^{0}C субнормальная – 8…15^{0}C нормальная – 16…25^{0}C	Обусловленные работой согнувшись, на коленях, лежа	Отсутствие обводнённости	пологие пласты мощностью до 1,8 м.; маломощные с углом падения 45^0
3 группа	До 26^{0}C: охлаждающая – до 7^{0}C субнормальная – 8…15^{0}C нормальная – 16…25^{0}C	Интенсивные механические факторы	Обводнена	крутопадающие пласты любой мощности; пласты мощностью 1,3, с углом падения 19…45^0; пологие пласты мощностью более 1,8 м
4 группа	Более 26^{0}C	Обусловленные работой стоя	Отсутствие обводнённости	крутопадающие пласты любой мощности; пласты мощностью 1,3 м, с углом падения 19….45^0; пологие пласты мощностью более 1,8 м
5 группа	Более 26^{0}C	Обусловленные работой согнувшись, на коленях, лежа	Отсутствие обводнённости	пологие пласты мощностью до 1,8 м; маломощные с углом падения 45^0
6 группа	До 26^{0}C: охлаждающая – до 7^{0}C субнормальная – 8…15^{0}C нормальная – 16…25^{0}C	Обусловленные работой согнувшись, на коленях, лежа	Обводнена	пологие пласты мощностью до 1,8 м; маломощные с углом падения 45^0

$$Q_{\text{рад.конв.}} = 0.72M + 0{,}8\frac{Д}{\tau}Q_{\text{дых.}} + 6{,}30, \quad (4)$$

где $Q_{\text{рад.конв.}}$ – радиационно-конвективные теплопотери, Вт;

M – общие энергозатраты человека, Вт;

$Д$ – допустимый дефицит тепла в организме человека, Дж;

T – непрерывное время пребывания в заданных метеорологических условиях, час.;

$Q_{\text{дых.}}$ – затраты тепла на нагрев вдыхаемого воздуха, Вт.

Затем определяли плотность теплового потока:

$$q = \frac{Q_{рад.конв}}{S}, \quad (5)$$

где q – плотность теплового потока, Вт/м^2;

S – средняя площадь поверхности тела человека, равная 1,8 м^2 (при средней массе 70 кг и росте 171 см).

Показатель теплового сопротивления пакета шахтерской спецодежды рассчитывали по формуле:

$$R_{\text{сум. од.}} = \frac{t_{св.к.} - t_{в.}}{q}, \quad (6)$$

где $R_{\text{сум. од.}}$ – тепловое сопротивление пакета спецодежды, м^2 ^{0}С/Вт;

$t_{\text{св.к.}}$ – средневзвешенная температура кожи, ^{0}С;

$t_{\text{в.}}$ – температура воздуха, ^{0}С.

Суммарное тепловое сопротивление спецодежды с учетом поправки на скорость движения воздуха должно быть следующим:

$$R_{\text{сум.}} = \frac{R_{сум.од.} \cdot 100\%}{(100 - C)\%}, \quad (7)$$

где С – снижение средневзвешенной величины теплового сопротивления одежды, %.

При расчете теплового сопротивления пакета спецодежды мы ориентировались на допустимое охлаждение организма и исходили из того, что непрерывное время работы шахтеров в заданных условиях не превышает 6 часов, время пребывания в состоянии покоя (энергозатраты 100 Вт) равно 1 часу.

Теплоотдачу кондукцией для горнорабочих, находящихся в положении лежа, рассчитывали по формуле:

$$Q_{\text{конд.}} = K - F(t_1 - t_2), \quad (8)$$

где $Q_{\text{конд.}}$ – кондуктивные теплопотери, Вт;

K – коэффициент теплопередачи, Вт/м$^2 \cdot$ ^{0}С;

F – поверхность соприкосновения тела человека с внешними предметами, м^2;

t_1 – температура поверхности тела, ^{0}С;

t_2 – температура поверхности соприкосновения, ^{0}С.

Исходя из вышеизложенных рассуждений, была получена формула для расчета необходимой средневзвешенной толщины пакета спецодежды горнорабочих, работающих на маломощных пластах для условий работы «лежа» ($\delta_{п.л}$) с учетом кондуктивных теплопотерь:

$$\delta_{п.л}=\frac{\delta_{п.с} П}{100}+\delta_{п.с}, \qquad (9)$$

где $\delta_{п.с}$ – толщина пакета в положении стоя, м;

П – процентное содержание суммарного сопротивления в положении лежа, %.

Уменьшение теплового сопротивления компенсировалось за счёт пропорционального увеличения толщины комплекта спецодежды. При обосновании требований к теплозащитным свойствам шахтёрской спецодежды, в 1, 2, 3 и 6 группах (табл. 1) выделены по три подгруппы: *А* – температура на рабочем месте до 7^0С, *Б* – температура на рабочем месте от 8 до 15^0С, *В* – температура на рабочем месте от 16 до 26^0С. В 4 и 5 группах градация по уровню температуры не проводилась. Расчёт теплового сопротивления и толщины пакета спецодежды (табл. 2) показал, что при работе в положении лежа (группы 2 и 6), где рост теплоотдачи имеет место за счет кондуктивных теплопотерь, средневзвешенная толщина пакета спецодежды должна быть на 20…30 % больше, чем при работе в положении стоя (группы 1 и 3), особенно, если работа лежа сочетается с обводнённостью выработок (группа 6). Проведенная математическая обработка материалов исследований показала, что в положении лежа расчетное тепловое сопротивление равно – 0,2 $м^{20}$С/Вт.

На основании проведенных расчетов было определено, что в спецодежде в области плеча, предплечья, локтя, бедра, голени толщина пакета должна составлять 5,14 мм. Для сравнения, нами было вычислено расчетное тепловое сопротивление в положении стоя. Оно составило 0,23 $м^{20}$С/Вт, что соответствует толщине пакета, равной 2,75 мм. Оценка теплопроводности различных тканей показала, что подобная тепловая защита может быть достигнута применением иглопробивных нетканых материалов.

Расчет толщины пакета спецодежды (табл. 3), проведенный по различным анатомо-топографическим зонам с использованием таблиц коэффициентов эффективности утепления [5], показывает, чтонаибольшее утепление требует туловище, плечо и предплечье. В области шеи, бедра и голени допустима меньшая толщина пакета.

Выводы

1. Получены регрессионные модели, описывающие влияние на возникновение заболеваний органов дыхания шахтеров, позволившие установить, что от 6 до 9 % случаев заболеваний объясняется обводнённостью выработки, имея тенденцию к росту при работах на маломощных пластах.

Таблица 2

Оптимальные и допустимые показатели теплозащитных свойств пакета спецодежды в зависимости от горно-геологических, микроклиматических условий и энергозатрат рабочих

Энергозатраты человека (Вт)	Средневзвешенная температура кожи (^{0}C)	Температура воздуха, (^{0}C)	Суммарное тепловое сопротивление (м^2) (^{0}C/Вт) в положении			Толщина пакета спецодежды (мм) в положении		
			стоя	лежа (сухо)	лежа (мокро)	стоя	лежа (сухо)	лежа (мокро)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	32,75	0	0,18	0,1[illegible]	0,143	1,50	2,66	2,69
500	30	0	0,17	0,131	0,133	1,30	2,29	2,31
500	32,75	10	0,13	0,103	0,103	0,25	0,43	0,44
500	30	10	0,11	0,090	0,090	0	0	0
500	32,75	20	0,07	0,060	0,060	0	0	0
500	30	20	0,06	0,050	0,050	0	0	0
300	32,75	0	0,31	0,210	0,216	4,50	7,54	7,63
300	30	0	0,28	0,210	0,213	3,70	6,34	6,37
300	32,75	10	0,22	0,158	0,159	2,50	4,32	4,41
300	30	10	0,18	0,142	0,144	1,50	2,58	2,67
300	32,75	20	0,15	0,110	0,110	0,75	0,95	0,95
300	30	20	0,14	0,100	0,120	0,50	0,63	0,65
200	32,75	0	0,45	0,279	0,288	8,50	13,78	13,97
200	30	0	0,42	0,260	0,270	7,80	12,62	12,81

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	32,75	10	0,31	0,220	0,222	4,50	7,40	7,69
200	30	10	0,27	0,195	0,180	3,50	5,83	6,09
200	32,75	20	0,17	0,116	0,120	1,30	2,22	2,23
200	30	20	0,14	0,090	0,106	0,50	0,82	0,85
00	32,75	0	0,70	0,370	0,430	18,25	27,89	29,46
100	30	0	0,65	0,350	0,420	16,00	24,62	26,34
100	32,75	10	0,48	0,320	0,328	9,50	14,83	15,04
100	30	10	0,42	0,270	0,320	7,75	12,81	13,74
100	32,75	20	0,26	0,160	0,170	3,25	3,42	5,25
100	30	20	0,20	0,130	0,140	2,00	3,30	3,40

Таблица 3

Требования к показателям теплозащитных свойств шахтерской спецодежды в зависимости от горно-геологических и микроклиматических условий

Зоны	Толщина пакета (мм) для групп												Плотность ($г/м^2$) для групп 4 и 5
	1А	1Б	1В	2А	2Б	2В	3А	3Б	3В	6А	6Б	6В	
Шея	1,85	0,75	0,25	1,85	0,75	0,25	1,85	0,75	0,25	1,85	0,75	0,25	200
Грудь	4,66	1,89	0,63	6,05	2,27	0,79	4,66	1,89	0,63	6,17	2,41	0,82	300
Живот	4,66	1,89	0,63	6,05	2,27	0,79	4,66	1,89	0,63	6,17	2,41	0,82	300
Спина	4,66	1,89	0,63	6,05	2,27	0,79	4,66	1,89	0,63	6,17	2,41	0,82	160
Позвоночник	4,66	1,89	0,63	6,05	2,27	0,79	4,66	1,89	0,63	6,17	2,41	0,82	160
Плечо	4,18	1,70	0,57	4,18	1,70	0,57	4,18	1,70	0,57	4,18	1,70	0,57	350
Локоть	4,18	1,70	0,57	5,10	1,91	0,67	4,18	1,70	0,57	5,21	2,02	0,69	350
Предплечье	4,18	1,70	0,57	5,10	1,91	0,67	4,18	1,70	0,57	5,21	2,02	0,69	350
Таз	3,94	1,60	0,53	3,94	1,60	0,53	3,94	1,60	0,53	3,94	1,60	0,53	400
Бедро	4,18	1,70	0,57	5,22	1,96	0,67	4,18	1,70	0,57	5,33	2,07	0,71	400
Колено	3,87	1,57	0,52	4,91	1,84	0,64	3,87	1,57	0,52	5,02	1,94	0,67	400
Голень	3,33	1,35	0,45	5,13	1,92	0,67	3,33	1,35	0,45	5,24	2,03	0,69	400

2. Математической обработкой материалов исследований установлено, что в положении лежа расчетное тепловое сопротивление равно 0,2 $м^{20}С/Вт$, а средневзвешенная толщина пакета спецодежды должна быть на 2…30 % больше, чем при работе в положении стоя, особенно, если работа лежа сочетается с обводнённостью выработок.

3. Определено, что в спецодежде в области плеча, предплечья, локтя, бедра, голени толщина пакета должна составлять 5,14 мм, в положении стоя – 2,75 мм.

4. Получены регрессионные модели, описывающие влияние на возникновение заболеваний органов дыхания шахтеров, позволившие установить, что от 6 до 9 % случаев заболеваний объясняется обводнённостью выработки, имея тенденцию к росту при работах на маломощных пластах.

5. Математической обработкой материалов исследований установлено, что в положении лежа расчетное тепловое сопротивление равно 0,2 $м^{20}С/Вт$, а средневзвешенная толщина пакета спецодежды должна быть на 2…30 % больше, чем при работе в положении стоя, особенно, если работа лежа сочетается с обводнённостью выработок.

6. Определено, что в спецодежде в области плеча, предплечья, локтя, бедра, голени толщина пакета должна составлять 5,14 мм, в положении стоя – 2,75 мм.

Список литературы

1. Долженков А. Ф. Модель многофакторного регрессионного анализа зависимости заболеваемости и травматизма от условий труда и применяемых средств индивидуальной защиты / А. Ф. Долженков // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах : сборник научных трудов. – Макеевка : МакНИИ. – 2008. – Вып. 20. – С. 120–129

2. Куйда Л. В. Физиолого-гигиеническое обоснование требований к шахтёрской спецодежде из льно-лавсановых тканей: автореф. дис. … канд. мед.наук : 14.00.07 «Гигиена» / Л. В. Куйда. – Ленинград : Ленингр. Ин-т усовершенствования врачей, 1986. – 24 с.

3. Иткин М. З. Гигиеническое обоснование требований к спецодежде горнорабочих основных профессий угольных шахт Донбасса: дис. … канд. мед.наук : 14.00.07 / Иткин Михаил Захарович. – Макеевка, 1971. – 201 с.

4. Афанасьева Р. Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода / Р. Ф. Афанасьева : (Монография). – М. : Легкая индустрия, 1977. – 136 с.

5. Долженков А. Ф. Разработка и исследование качества спецодежды для работающих на маломощных угольных пластах / А. Ф. Долженков // Вісник Національного науково-дослідного інституту охорони праці. – Серія «Гірництво». – К., – 2004. – Вип. 11. – С. 96–102.

Дата подання статті до збірника – 14. 10.2015

УДК 331.452

Т. М. Таірова, канд. хім. наук *(ДУ «ННДІПБОП)*

ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ТРАНСПОРТІ

У статті наведено результати досліджень травматизму на транспорті внаслідок дорожньо-транспортних пригод, що сталися з працівниками при виконанні трудових обов'язків, проаналізовано домінуючі причини його настання та події, що призвели до дорожньо-транспортних пригод, з урахуванням віку травмованих. Розроблено математичні моделі, що характеризують залежність виробничого травматизму через ДТП від професійного стажу та технічного стану транспортних засобів.

Ключові слова: *дорожньо-транспортний травматизм, ризик, нещасні випадки на виробництві, професійний стаж, технічний стан транспортних засобів, математична модель.*

В статье приведены результаты исследований травматизма на транспорте во время дорожно-транспортных происшествий, которые произошли с работниками при выполнении трудовых обязанностей. Проанализированы доминирующие причины и события, которые привели к дорожно-транспортным происшествиям, с учетом возраста травмированных. Разработаны математические модели, которые характеризуют связь производственного травматизма вследствие ДТП с профессиональным стажем водителей и техническим состоянием транспортных средств.

Ключевые слова: *дорожно-транспортный травматизм, риск, несчастные случаи на производстве, профессиональный стаж, техническое состояние транспортных средств, математическая модель.*

The results researches of traumatism in production from road traffic accidents that occurred with workers at implementation by them professional duties are driven in the article. The dominant causes and events that led to traffic accidents, age of traumatized were analyzed. Mathematical models which characterize connection of production traumatism because of DTP with professional experience of drivers and technical state of transport vehicles are developed.

Keywords: *road traffic injuries, risk, accidents at work, professional experience, the technical condition of the equipment, mathematical model.*

Актуальність теми. Сьогодні смертність і травматизм через транспортні пригоди є однією з основних причин втрати здоров'я населенням. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (далі – ВООЗ) щорічно у світі від транспортних пригод гине 1млн. 200 тис. осіб, отримують травми і стають інвалідами від 20 до 50 млн. осіб, через що суспільство зазнає величезного соціально-економічного збитку. Найвищі показники травматизму внаслідок дорожньо-транспортних пригод (далі – ДТП) спостерігаються в Латвії, Литві, Російській Федерації, Греції (від 19 до 23 потерпілих на 100 000 населення), при цьому вказані показники у 4…5 разів вищі ніж у Великобританії, Швеції, Швейцарії (5,5…6,5 потерпілих на 100 000 населення). За прогнозами експертів ВООЗ ці показники можуть збільшитися на 65 % протягом найближчих 20 років, а в країнах із низьким і середнім доходом – на 80 %, якщо не буде вжито рішучих профілактичних заходів. Враховуючи високий рівень травматизму внаслідок дорожньо-транспортних пригод, ЄС прийняв програму зменшення смертності в результаті ДТП на 50 % до 2020 року [1].

За даними Світового банку глобальні економічні втрати людства становлять близько $ 518 млрд на рік, з яких на Сполучені Штати припадає $ 230 млрд, на країни ЄС – більше $ 200 млрд, а на інші країни, в тому числі й на Україну, – $ 65 млрд [1]. Не випадково в розвинених країнах проблема попередження травматизму внаслідок ДТП є однією з пріоритетних.

У результаті ДТП в Україні щорічно гине 11…12 осіб на кожні 100 тис. населення, отримують травми від 40 до 60 тис. осіб. За роки незалежності в дорожньо-транспортних пригодах було травмовано понад 1 млн осіб, багато з яких стали інвалідами, третина потерпілих – це молоді люди віком 15…29 років. Збільшення автомобільного парку в світі та збільшення транспортних засобів в Україні, є основною причиною різкого збільшення аварійності на дорогах і кількості потерпілих внаслідок ДТП. Певний внесок у рівень дорожньо-транспортного травматизму вносять дорожньо-транспортні пригоди на виробництві при виконанні працівниками трудових обов'язків.

Збитки, які зазнає економіка України внаслідок ДТП, в яких були травмовані та загинули люди, становлять 40 млрд. грн. щорічно або близько 3 % ВВП. За статистичними даними в Україні середній вік травмованих у ДТП складає 34,3 року, а загиблих – на 5 років більше, останнім часом спостерігається тенденція до зниження середнього віку травмованих як для чоловіків, так і для жінок.

Проблема дорожньо-транспортного травматизму в Україні критична і є реальною загрозою безпеці громадян і держави, потребує комплексного вивчення для розроблення ефективних методів профілактики.

Аналіз публікацій. Питання безпеки дорожнього руху та

профілактики правопорушень, що обумовлені особливостями цієї сфери, у різному обсязі відображено у дослідженнях, які здійснювали К. К. Афанасьєв, Ю. П. Битяк, В. Т. Білоус, В. К. Гіжевський, Е. Ф. Демський, О. М. Джужа, В. В. Доненко, Р. А. Калюжний, Т. О. Коломоєць, О. І. Остапенко, В. Й. Развадовський, О. П. Рябченко, Х. П. Ярмаки та інші.

Важливі проблеми профілактики правопорушень на автомобільному транспорті покладено в основу наукових праць О. М. Бандурки, А. Т. Комзюка, В. В. Новікова, А. М. Подоляки та М. І. Попова. Питанням правосвідомості учасників дорожнього руху займалися О. Л. Міленін і Л. М. Кононенко. Однак, незважаючи на ґрунтовність і обсяг наукових робіт з питань дорожньо-транспортного травматизму, існує ціла низка невирішених проблем, що потребують додаткового вивчення.

Мета і постановка завдання. Проведення комплексного дослідження дорожньо-транспортного травматизму для встановлення причин і, особливо, супутніх факторів, які впливають на ризик ДТП з метою розробки підходів до його попередження.

Для досягнення поставленої мети виконано такі етапи досліджень:

- проведено аналіз виробничого травматизму внаслідок ДТП за їх причинами та видами економічної діяльності;
- визначено вікову диференціацію потерпілих і найбільш травмонебезпечні причини травмування;
- досліджено найбільш травмонебезпечні вікові інтервали за причинами травмування, встановлено зв'язок травмування з рівнем професійної підготовки водіїв і технічним станом транспортних засобів;
- розроблено науково-обґрунтовані пропозиції щодо зниження рівня виробничого травматизму на транспорті.

Основний зміст. Вирішити поставлені завдання та визначити зв’язок виробничого травматизму внаслідок ДТП від віку потерпілих та іншими факторами дає можливість аналіз статистичної інформації про потерпілих і матеріалів спеціального розслідування нещасних випадків на виробництві [2, 3]. Адже в цих матеріалах зафіксовано інформацію щодо обставин, які призвели до тяжких і смертельних травм, наведено послідовність виконання потерпілими виробничих завдань в момент настання нещасного випадку. Все вищенаведене дозволяє виявити фактори, що призвели до певної взаємодії самих потерпілих, їх колег по роботі, транспортних засобів та зафіксувати ставлення роботодавців до організації та охорони праці на підприємстві.

Аналіз нещасних випадків з тяжкими та смертельним наслідками, що сталися на виробництві внаслідок ДТП проводили за період 2005...2014 рр. Досліджували групові нещасні випадки, що сталися одночасно з двома і більше працівниками, незалежно від ступеня тяжкості ушкодження їх здоров’я, та нещасні випадки зі смертельним та тяжкими

наслідками. Результати досліджень свідчать, що на ДТП припадає близько 30 % всіх випадків травматизму на виробництві і вони займають перше місце серед основних подій травмування працівників, таких як падіння потерпілого; падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту; дія предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються; ураження електричним струмом.

Майже 80 % нещасних випадків внаслідок ДТП стається на дорогах загального користування, у тому числі 1,5% – наїзд транспортних засобів на потерпілих, близько 14,0% – на території підприємств і до 5 % нещасних випадків – на залізничному транспорті. Внаслідок ДТП на виробництві останніми роками отримують тяжкі травми та гине близько 400 осіб, з них 15,6 % – жінки та 81,4 % – чоловіки.

За результатами аналізу виробничого травматизму за видами економічної діяльності встановлено, що високий рівень тяжкого та смертельного травматизму внаслідок ДТП реєструється у 5 видах економічної діяльності, адаптованих до видів нагляду. Це соціально-культурна сфера, сільське господарство, будівництво, автомобільний транспорт і харчова промисловість, сумарна відносна кількість травмованих в яких становить близько 70,0 % від загальної кількості травмованих. Першість утримують галузі, пов'язані з активним переміщенням працівників, це в першу чергу соціально-культурна сфера, яка включає сукупність видів економічної діяльності, – це охорона здоров'я, освіта, культура, побутове обслуговування, торгівля, туризм та інші.

Ризик травмування працівників на виробництві внаслідок дорожньо-транспортні пригоди становить 0,66 10^{-4}. Причинно-наслідковий зв'язок настання ДТП з тими чи іншими причинами їх настання визначали шляхом виокремлення частки кожної з причин. Основні причини ДТП - організаційні, їх частка серед інших причин травмування найбільша і становить майже 90,0 % (рис. 1).

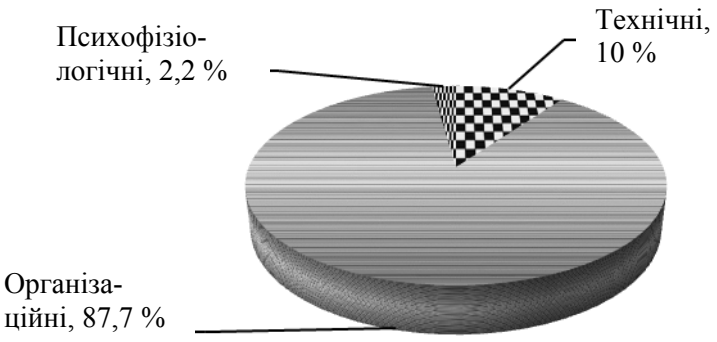


Рис. 1. Структура причин нещасних випадків на виробництві внаслідок ДТП

Із структури організаційних причин нещасних випадків з тяжкими і смертельним наслідками в результаті ДТП на виробництві найбільшу питому вагу має порушення водієм або іншим учасником дорожнього руху Правил дорожнього руху (далі – ПДР) – 71,6 %, при чому, нещасних випадків з тяжкими наслідками з цієї причини стається на

15 % більше ніж із смертельним (рис. 2). Серед інших причин дорожньо-транспортного травматизму можна виділити такі:

1. Порушення трудової та виробничої дисципліни – 9,8 %.

2. Порушення вимог безпеки під час експлуатації транспортних засобів – 4,8 %.

3. Незадовільний технічний стану транспортних засобів – 3,6 %.

4. Недоліки під час навчання безпечним прийомам праці – 0,6 %.

5. Порушення режиму праці та відпочинку – 0,3 %.

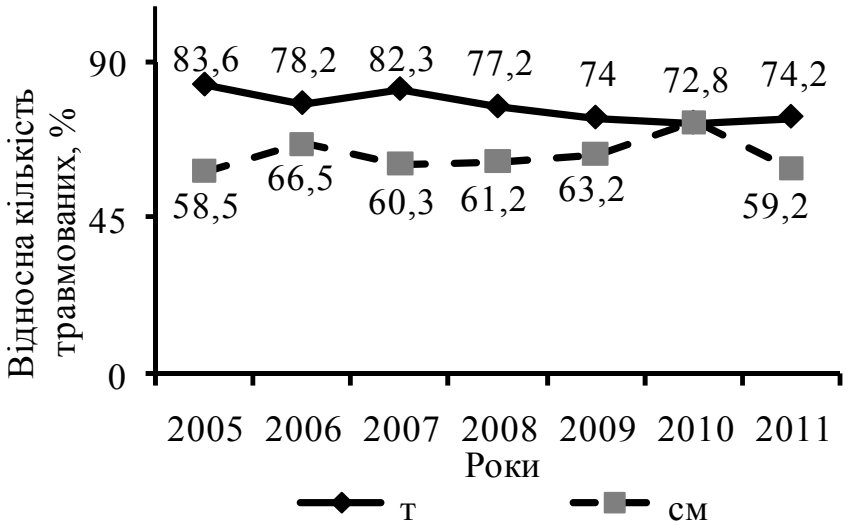


Рис. 2. Розподіл тяжко і смертельно травмованих внаслідок порушення правил дорожнього руху

Дорожньо-транспортна пригода стається в конкретних умовах, утворених дорожньою обстановкою, технічним станом транспортного засобу, поведінкою учасників дорожнього руху, тобто характеризується різноманіттям причин. Тому при аналізі факторів, з позиції їх значущості, враховували матрицю Хелдона (англ. математик-біолог). Використання його методу (в перекладі з латинської *«матриця»* означає *«першопричина»*) як класичної градації значущості факторів ризику ДТП, яка дозволяє виділити три фази (до настання події, під час настання та після) і три групи чинників, яким слід приділяти увагу при розслідуванні ДТП, а саме:

1. Особистісні характеристики людини (учасника руху, працівника).

2. Характеристики транспортного засобу та інших засобів виробництва.

3. Особливості навколишнього середовища.

Тобто, аналіз цієї пригоди – це аналіз складної системи «водій – автомобіль – дорога». З вини водіїв транспортних засобів внаслідок порушення правил дорожнього руху (у тих випадках, коли водій не бажає, не може або не вміє правильно оцінити обстановку і виконати відповідні дії) стається понад 70 % дорожніх пригод. Тому за Хелдоном перша ланка в ланцюзі настання і розвитку дорожньої пригоди – це особа

водія, яка характеризуються станом його здоров'я, психофізіологічним статусом (увага, поле зору, швидкість переміщення зору, час адаптації, відчуття внутрішнього комфорту / дискомфорту, наявність втоми, швидкість реакції, культура та навички, дотримання правил та інструкцій, наявність алкогольного чи наркотичного сп'яніння тощо). Аналіз аварійних ситуацій і нещасних випадків свідчить, що саме особистісні характеристики водія призводять до їх настання. До невірних дій в критичній ситуації призводить професійна непридатність за психофізіологічними якостями, низький рівень професійної підготовки, неготовність працівника до роботи, фізіологічне стомлення. Не випадково в США, Німеччині, інших країнах світу останнім часом великої популярності набрало тестування працівників, чия робота пов'язана з підвищеним ризиком, перевантаженнями та можливими екстремальними ситуаціями (водії, машиністи, льотчики та ін.), на профпридатність і перевірка реакції в критичній ситуації [4].

Особистісні характеристики водія пов'язані з його віком, рівнем професійної підготовки і стажем роботи. Для дослідження впливу особистісних характеристики на рівень виробничого травматизму провели розподіл нещасних випадків на виробництві за віком потерпілих і визначили, що найбільша кількість загиблих внаслідок ДТП через порушення правил дорожнього руху припадає на працівників віком 25–29 і 45–49 років [5].

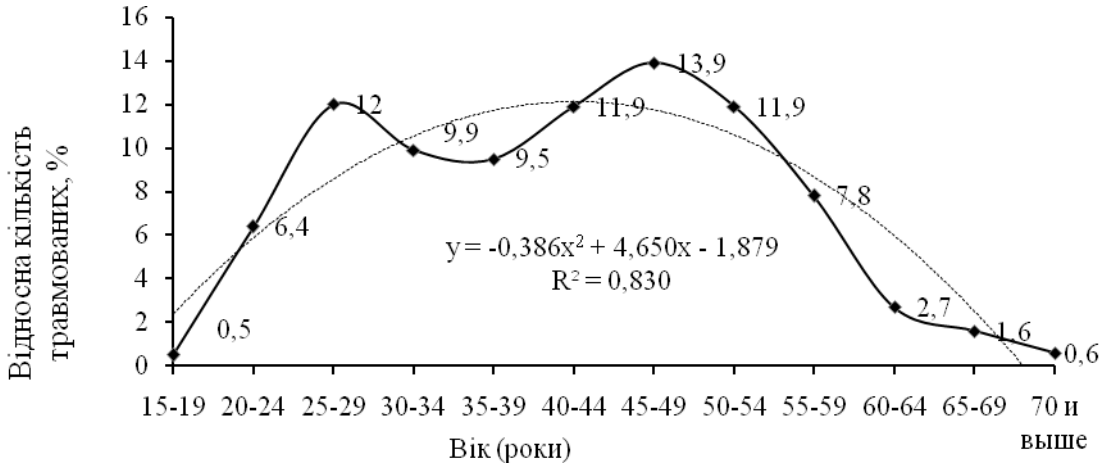


Рис. 3. Розподіл нещасних випадків на виробництві за віком потерпілих

Аналіз нещасних випадків з тяжкими і смертельним наслідками внаслідок ДТП за професійним стажем роботи водіїв свідчить, що найбільша кількість дорожніх пригод стається у перший рік водійського стажу. Водії, які мають водійський стаж близько року, частіше схильні ризикувати, недооцінювати небезпеку і переоцінювати свої можливості, вони значно частіше втрачають контроль над автомобілем, що призводить до дорожніх пригод. На рис. 4 представлено розподіл потерпілих в ДТП водіїв залежно від професійного стажу.

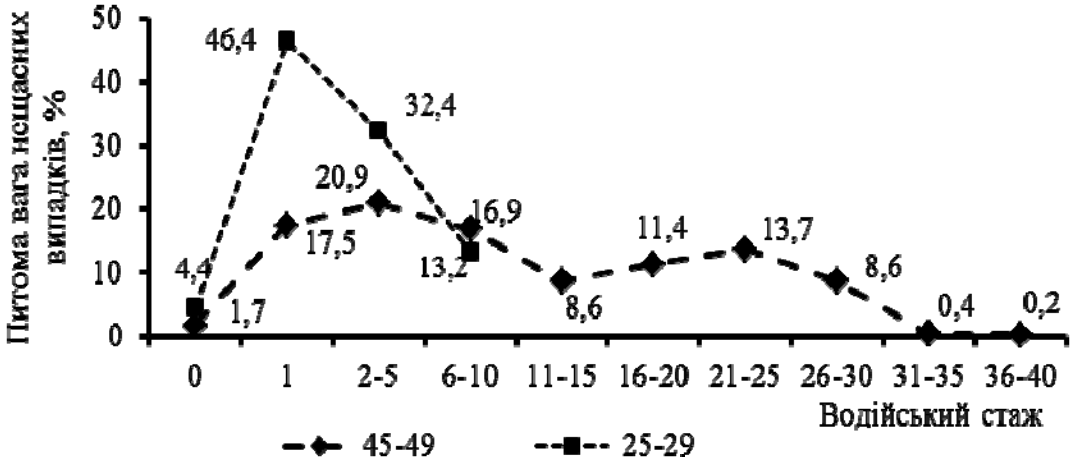


Рис. 4. Залежність відносної кількості ДТП від професійного стажу водіїв віком 25–29 і 45–49 років

Аналіз нещасних випадків, що сталися з водіями віком 25–29 і 45–49 років залежно від їх водійського стажу показав, що найбільша кількість нещасних випадків з тяжкими наслідками і смертельним результатом внаслідок ДТП стається з вини водіїв віком 25–29 років (46,4 %), які мали професійний стаж близько року. Значна частина дорожньо-транспортних пригод стається також з вини водіїв, які мають солідний стаж водіння. Як видно з рис. 4, водії віком 45–49 років при водійському стажі до 5 років і від 20 до 24 років створюють найбільшу кількість небезпечних ситуацій на дорогах. Можливо це наслідок певного зниження професійної та психологічної придатності водіїв старшого віку, пов'язаний з більш швидким стомленням, виснаженням нервової системи, втратою здатності адаптації до швидких змін дорожньої обстановки. Крім того, деякі водії, покладаючись на свій досвід, свідомо нехтують правилами дорожнього руху, при цьому вироблений роками динамічний стереотип не завжди спрацьовує і створена самим водієм небезпечна ситуація закінчується аварією [6, 7].

При вивченні залежності нещасних випадків з тяжкими наслідками і смертельним результатом, що стаються в результаті порушення водіями Правил дорожнього руху від водійського стажу встановлено, що ймовірність настання ДТП зменшується в міру збільшення водійського стажу, оскільки зростає рівень професійної підготовки водіїв (рис. 5).

Між частотою ДТП, що сталися внаслідок недотримання водіями ПДР, і професійним стажем водіїв існує математична залежність, яка характеризується ступеневим рівнянням.

$$Y = 17{,}34x^{-0.96},$$

де Y – частота ДТП;

x – професійний стаж водія.



Рис. 5. Залежність частоти ДТП внаслідок порушення водіями правил дорожнього руху

У системі факторів, що впливають на результат аварійних ситуацій на дорогах, певну роль відіграють показники, що характеризують інтелектуальну сферу водіїв, і, зокрема, рівень їх освіти, тому що здатність розібратися в складній дорожній обстановці і прийняти правильне рішення вимагає в сучасних умовах високого ступеня суспільного і технічного розвитку учасників руху, і водію з низьким рівнем освіти подекуди набагато важче зреагувати на десятки подразників, проаналізувати ситуацію, що склалася та прийняти правильне рішення. Тому для комплексного аналізу показників, що впливають на кількість нещасних випадків на виробництві внаслідок ДТП, необхідна інформація про рівень освіти водія.

Серед складного та різноманітного комплексу причин, що негативно впливають на стан аварійності та результат дорожніх ситуацій, значне місце займають причини, пов'язані з технічною несправністю транспортних засобів, їх питома вага в загальній структурі причин становить близько 10 % (рис. 6). Найбільша кількість нещасних випадків з тяжкими наслідками і смертельним результатом, яка реєструється внаслідок незадовільного технічного стану транспортних засобів, припадає на водіїв віком 45–49 років.

Між відносною кількістю загиблих через незадовільний стан транспортних засобів і віком потерпілих існує математична залежність, яка відображається поліноміальним рівнянням

$$y = -0{,}4573x^2 + 5{,}8469\,x - 5{,}2114\ ,$$

де y – відносна кількість загиблих через незадовільний стан транспортних засобів;

x – вік потерпілих.

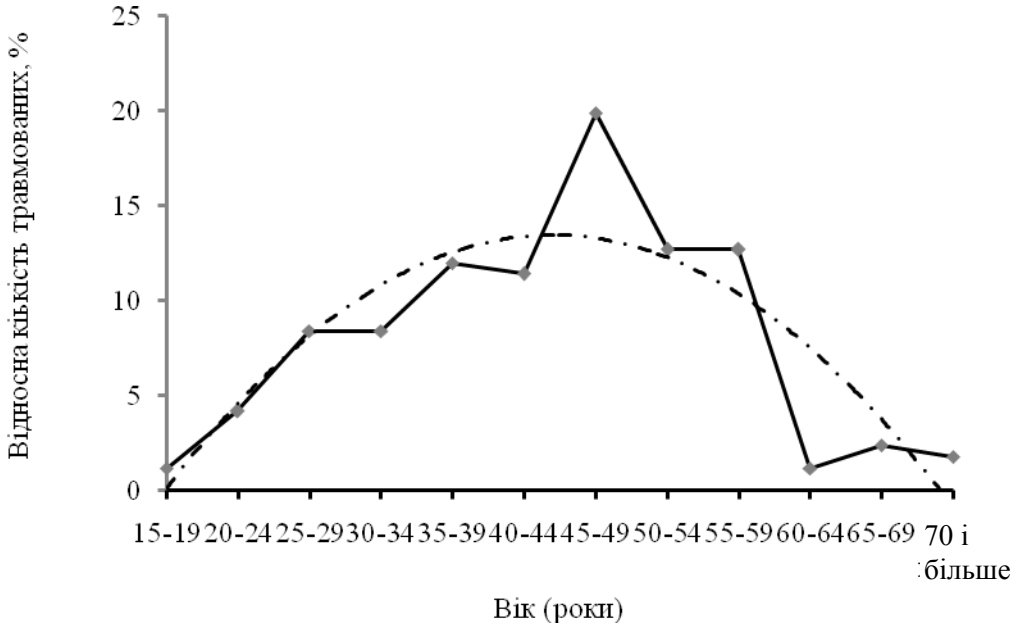


Рис. 6. Залежність відносної кількості травмованих внаслідок ДТП за віком від технічного стану транспортних засобів

Особливе місце серед психофізіологічних причин, що призводять до дорожньо-транспортних пригод, належить демобілізуючому (розслаблюючому) впливу алкоголю, який призводить до зниження швидкості реакції на зовнішні подразники. У складних ситуаціях, що виникають в дорожній обстановці у водія, який знаходиться під впливом алкоголю психофізіологічні можливості обмежені: сповільнена швидкість реакції на зміну дорожньої обстановки та інші внутрішні фактори, що впливають на його пильність.

Аналіз нещасних випадків з тяжкими наслідками і смертельним результатом внаслідок дорожньо-транспортних подій, що сталися через перебування водіїв у стані алкогольного сп'яніння, показав, що найбільша їх частина сталася з вини водіїв віком 45–49 років. Як відзначають фахівці, саме у водіїв старших за 40 років знижуються швидкісні параметри основних нервових процесів, що й обумовлює погіршення здатності до концентрації та переключення уваги, що стає причиною неправильних дій в критичній ситуації. Особливо ці процеси посилюються, якщо водій перебуває в стані алкогольного сп'яніння.

Дорожньо-транспортний травматизм спричиняє негативний вплив на стан економіки країни безпосередньо впливаючи на тривалість працездатного періоду життя людини. Найбільша кількість загиблих і тяжко травмованих внаслідок ДТП, що сталися під час виконання працівниками трудових обов'язків, припадає на активну вікову групу працівників віком 35–59 років (63,6 %).

Також відмічається високий рівень травмування внаслідок ДТП молодих працівників у віці 16–34 роки (31,1 %).

Для оцінки втрат від загибелі працівника на виробництві внаслідок ДТП визначили середній вік загиблого, очікувану тривалість його трудової діяльності до настання пенсійного віку. Для визначення середнього віку загиблих у ДТП використовували дані статистичні дані щодо нещасних випадків на виробництві зі смертельним наслідком, що сталися під час виконання працівником трудових обов'язків за період 2005...2011 рр. Розрахунок проводили за формулою, що відображає суму добутків питомої ваги кількості загиблих внаслідок ДТП на середній вік загиблих кожної певної вікової групи:

$$D = (S_1 \times P_1) + (S_2 \times P_2) + (S_3 \times P_3) + ... + (S_n \times P_n),$$

де S_n – середній вік загиблих певної вікової групи;

P_n – питома вага загиблих певної вікової групи;

D – середній вік загиблих у ДТП.

Таким чином, підставивши необхідні дані до рівняння, отримуємо середній вік працівників, загиблих внаслідок ДТП на виробництві – 39,5 років:

$$D = 0{,}053 \times 22 + 0{,}126 \times 27 + 0{,}111 \times 32 + 0{,}109 \times 37 + 0{,}135 \times 42 + 0{,}165 \times 47 + 0{,}13 \times 52 + 0{,}096 \times 57 + 0{,}096 \times 57 + 0{,}029 \times 62 = 39{,}5.$$

Оскільки за законодавством України пенсійний вік для чоловіків і жінок становить 60 років, очевидно, що загиблі на виробництві працівники могли б ще працювати не менше 20 років.

Аналіз вікового розподілу кількості загиблих внаслідок ДТП дозволив провести чітку диференціацію загиблих за віком і виділити найбільш травмонебезпечні групи серед працівників молодшого та старшого вікових інтервалів. При цьому було встановлено, що найбільш травмонебезпечний вік серед молодих працівників – близько 27 років, а працівників старшої вікової групи – 47 років. Тривалість життя в Україні становить у середньому для чоловіків 66 років. Отже, молодий працівник, який загинув внаслідок ДТП у віці 27 років, не доживає до вищезазначеного рівня середньої тривалості життя 39 років, тобто втрачає майже 60 % свого життя, а працівник старшої вікової групи не доживає що найменше 19 років, і втрачає майже 29 % свого життя.

Одним із факторів, що впливає на чисельність населення в країні, є народжуваність. Рівень народжуваності визначається, в основному, чисельністю та віковою структурою жіночої частини населення. Для оцінки впливу дорожньо-транспортної аварійності на виробництві на темпи природного приросту населення було проведено аналіз динаміки та структури потерпілих у ДТП жінок у репродуктивному віці. За результатами аналізу статистичних даних щодо нещасних випадків на

виробництві встановлено, що щорічно внаслідок ДТП гине 18,8 % жінок від загальної кількості загиблих і тяжко травмованих, і 55,0 % із них – у репродуктивному віці. Таким чином, країна щорічно втрачає жінок, які могли б в наступні роки народити дітей (середній вік загиблої в результаті ДТП на виробництві жінки становить 30 років, тобто, ще як мінімум 15 років кожна із них потенційно могла б народити дитину або навіть декількох дітей і тим самим підвищити рівень народжуваності).

Виробничий травматизм зі смертельним наслідком не тільки негативно впливає на трудовий потенціал країни, але і тягне за собою значні економічні збитки. За оцінками аналітиків в Україні витрати держави, пов'язані зі шкільною та професійною підготовкою до верстата на заводі, становлять до 200 тис. грн. і щонайменше таку ж суму втрачає держава, якщо людина загибла в працездатному віці.

У разі загибелі внаслідок ДТП на виробництві 100 осіб, збитки держави можна оцінити як мінімум у 40 млн. грн.

Найчастіше в дорожньо-транспортних пригодах на виробництві травмуються або гинуть водії. Однак серед потерпілих є і працівники інших професій – це в основному керівники вищого рівня (директори, голови правління, керівники підрозділів, технічні директори, заступники директора і бухгалтери).

Таким чином, проведені дослідження показали, що найбільш ризиконебезпечний вік для водіїв – 45–49 років. З вини водіїв цього віку стається найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод на виробництві з таких причин як порушення правил дорожнього руху, переміщення на несправних транспортних засобах і перебування водіїв у стані алкогольного сп'яніння.

Враховуючи визначені першопричини ДТП, більше уваги необхідно приділяти людському чиннику. В цілому ж всі заходи профілактики, що унеможливлюють нещасні випадки, є, на нашу думку, важливими і потрібними. Це і культура безпеки праці та дорожнього руху, яку потрібно виховувати з дитинства, і соціальна реклама, і ефективне навчання, і перевірка знань, і проведення інструктажів та медичного обстеження, і створення безпечних умов праці, і застосування транспортних засобів у належному технічному стані тощо.

Висновки

Критична ситуація із станом виробничого травматизму в країні нерозривно пов'язана з дорожньо-транспортним траматизмом, частка якого в загальному травматизмі на виробництві становить 30 %. Для виробничого травматизму внаслідок ДТП характерним є:

- низький рівень дотримання працівниками трудової та виробничої дисципліни, пребування на робочому місці в стані алкогольного сп'яніння;

•недотримання працівниками-водіями правил дорожнього руху через низький рівень професійної підготовки або профнепридатність;

•використання транспортних засобів у незадовільному технічному стані;

•високий рівень виробничого травматизму серед молодих працівників віком 18-34 роки, який становить близько 30 % від загальної кількості тяжко травмованих і загиблих внаслідок ДТП. Найбільша кількість травмованих і загиблих реєструється серед працівників віком 25–29 рокі;

•найбільш ризиконебезпечний вік травмування внаслідок ДТП для працівників середньої вікової групи – це 45–49 років (особливо для водіїв).

З урахуванням проведених досліджень запропоновано такий план заходів.

Оскільки поліпшення умов та охорони праці є одним із пріоритетних завдань держави і спрямоване на зниження ризиків нещасних випадків на виробництві, зниження смертності, збільшення тривалості життя та поліпшення здоров'я працюючого населення, слід:

•враховувати європейські підходи до профілактики травматизму, засновані на твердженні, що загибель у ДТП однієї людини, стає причиною, окрім страждань, збитків у розмірі одного мільйону євро, тому усі заходи, що запобігатимуть смертям внаслідок ДТП і мають ціну до мільйона євро – доцільні;

•враховувати вимоги європейського законодавства, в якому особливу увагу приділено відповідальності роботодавця за створення безпечних умов праці на кожному робочому місці, а працівника – дотримання трудової та виробничої дисципліни. Ці вимоги слід закріпити в законодавстві України, правилах і порядку розслідування нещасних випадків, що сталися під час виконанні працівником трудових обов'язків в результаті ДТП, тобто при визначенні причин нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом, необхідно встановлювати як осіб, дії яких безпосередньо призвели до ДТП (зокрема, водій-працівник, якщо він є безпосереднім винуватцем), а також осіб, бездіяльність яких призвела до нещасного випадку (роботодавець);

•впровадити гармонізований до законодавства ЕС порядок формування оціночних показників ДТП для забезпечення об'єктивної оцінки статистичних даних і можливості їх порівняння з європейськими;

•розробити єдину класифікацію тяжкого та смертельного травмування внаслідок ДТП і створити єдину базу даних із урахуванням факторів дорожньо-транспортного травматизму на виробництві;

- забезпечити систематичний збір, аналіз і узагальнення результатів науково-дослідних робіт з питання дорожньо-транспортного травматизму для розробки заходів щодо їх впровадження;
- використовувати системний підхід до аналізу дорожньо-транспортного травматизму, що дозволить комплексно вивчати травматизм і виявиляти основні напрями його профілактики;
- аналізувати ефективність профілактичних заходів з метою їх коригування.

Список литературы

1. Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма / М. Педен, Р. Скарфилд, Д. Слит и др.; [пер. с англ.]. – М. : Весь мир, 2004. – 280 с.

2. Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма : резюме / редакция Margie Peden [et al]. – Всемирная организация здравоохранения. – 2006. – 54 с.

3. В Украине потери от ДТП ежегодно составляют 40 млрд грн. / Електронний ресурс. – Режим доступу : http://www.rbc.ua/rus/news/ukrainskoy-ekonomike-ezhegodno-prichinyayutsya-ubytki-ot-dtp-16112012140600.

3. Березовський М. В. Все для будівництва та ремонту доріг // Стан і перспективи розвитку автомобільних доріг в Україні. – К. – 2006. – №1. – С. 2–3.

4. Осипов В. А. Проблемы аварийности на автомобильных дорогах Украины, пути и методы их решения // Современные научные исследования и инновации. – 2011. – № 10 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://web.snauka.ru/issues/2011/10/4872>.

5. Таірова Т. М. Аналіз виробничого дорожньо-транспортного травматизму серед молоді України / Т. М Таірова // Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика : матеріали XII Міжнародної науково-методичної конференції 15-17 травня 2013 р., Одеса : 2013. – С. 233–236.

6. Берлин М. В. Украине нужны высокие штрафы на дорогах / М. В. Берлин // Електронний ресурс. – Режим доступу : <http://ua.glavred.info/archive/2012/10/08/084007-8.html> .

7. Таірова Т. М. Прогнозування виробничого дорожньо-транспортного травматизму в Україні / Т. М Таірова // Вестник ХНАДУ. – 2012. – Вип. 59. – С. 232–236.

Дата подання статті до збірника – 09.11.2015 р.
Рецензент – д-р техн. наук Ткачук К. Н.

УДК 697.92:628.87: 613.6(045)

С. В. Сукач, канд. техн. наук *(КрНУ ім. М. Остроградського)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ НА АЕРОІОННИЙ СКЛАД ПОВІТРЯ В НЕСТАНДАРТНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

У роботі розглянуто технологічну схему автоматизованих вентиляційних експериментально-дослідницьких систем.

Проведені експериментальні дослідження впливу вентиляції на аероіонний склад повітря і аналіз динаміки концентрації легких іонів у двох нестандартних тестових приміщеннях. Доведено різнохарактерний вплив на них припливної та витяжної вентиляційних систем і перспективність подальших досліджень.

Ключові слова: *нестандартні приміщення, припливна та витяжна вентиляція, фізичні фактори середовища, аероіонний склад повітря.*

В работе рассмотрена технологическая схема автоматизированных вентиляционных экспериментально-исследовательских систем.

Проведены экспериментальные исследования влияния вентиляции на аэроионный состав воздуха и анализ динамики концентрации легких ионов в двух нестандартных тестовых помещениях. Доказано разнохарактерное влияние на них приточной и вытяжной вентиляционных систем и перспективность дальнейших исследований.

Ключевые слова: *нестандартные помещения, приточная и вытяжная вентиляция, физические факторы среды, аэроионный состав воздуха.*

In the article was considered the technological scheme the technological scheme automated ventilation vent experimental research systems.

Experimental research of the effect of ventilation on air ion formula analysis of the dynamics of air and light ions concentration in non-standard test in two areas had been conducted. Of different character impact on them tidal ventilation and exhaust systems and the prospects for future research was proved.

Keywords: *non standard room, forced and exhaust ventilation, natural environmental factors, air ion formula.*

Актуальність роботи. Проблема створення комфортного та безпечного повітряного середовища в приміщеннях, які мають різні за призначенням системи вентиляції та мікрокліматичні показники, але

об’єднані в один комплекс, є широкою та перспективною, тому що охоплює не тільки питання безпечних умов праці, але кількісні параметри середовища, що впливають, з одного боку, на безпеку праці, а з іншого – на показники кількісного характеру у процесі виконання тих чи інших робіт [1–3]. Одними із основних і необхідних умов безпеки праці є забезпечення нормативних показників мікроклімату, іонного складу повітря та інших фізичних чинників повітряного середовища.

Нестандартними є приміщення, що входять до єдиного комплексу і характеризуються різними об’ємними та мікрокліматичними показниками, газовим складом, кількістю людей, типом виробничої діяльності [4].

На цей час не можна уявити функціонування сучасних споруд без автоматизованих систем вентиляції, що дозволяють покращити умови праці та забезпечити зниження витрат на енергоносії. Встановлення приладів і устаткування з відповідним програмним забезпеченням спрощує та здешевлює процес їх інтеграції до складних систем, а самі системи вентиляції стають функціонально гнучкішими та надійнішими.

Розроблена та впроваджена комплексна автоматизована система вентиляції комплексу приміщень (рис. 1) дозволяє знайти баланс між умовами праці (необхідною температурою та вологістю) і зниженням витрат (досягненням необхідної температури з мінімальною витратою енергії), але дослідження динаміки зміни аероіонного складу повітря відійшло на другий план [5].

Відомо, що концентрація аероіонів обох знаків є важливим показником якості повітря приміщень [6–9]. У зв’язку з цим необхідним є проведення експериментальних досліджень впливу припливної та витяжної вентиляції на аероіонний склад повітря.

Матеріали досліджень. З метою експериментальних досліджень впливу систем вентиляції, вентиляційних режимів роботи і певних конфігурацій вентиляційних каналів на динаміку зміни аероіонного складу повітря було обрано два тестових приміщення, розташованих на цокольному (нульовому) поверсі, що відрізняються одне від одного об’ємними показниками, системами вентиляції (припливна та витяжна), значеннями мікрокліматичних параметрів і кількістю встановленого в них електромеханічного обладнання (рис. 1).

Усі ці відмінності під час проведення експериментальних досліджень дозволяють оцінити чинники, що впливають на ступінь зміни аероіонного складу повітря в приміщеннях.

Експеримент у першому тестовому приміщенні. Перше тестове приміщення площею 55 м^2 не має віконних прорізів. Приплив зовнішнього повітря здійснюється за рахунок вентиляційного отвору з установленим припливним вентилятором (ПВ1). Витяжна система, встановлена в цьому приміщенні, має розгалужену трубопровідну мережу, що проходить крізь чотири приміщення (рис. 1).

Вентиляційна система є витяжною загальнообмінною канальною з механічним спонуканням (аераційний витяг).

Продуктивність вентилятора має змінюватися залежно від кліматичних умов усередині приміщення та ззовні, кількості людей, які знаходяться в приміщенні, тривалості їх перебування та інших чинників. Оскільки наявність або відсутність людей в приміщенні пов'язана з тривалістю робочого дня, то можна зазначити, що час постійної роботи вентиляційної системи складає приблизно 8…9 год./доб., тобто 1/3 доби. Решта часу система перебуває у вимкненому стані.

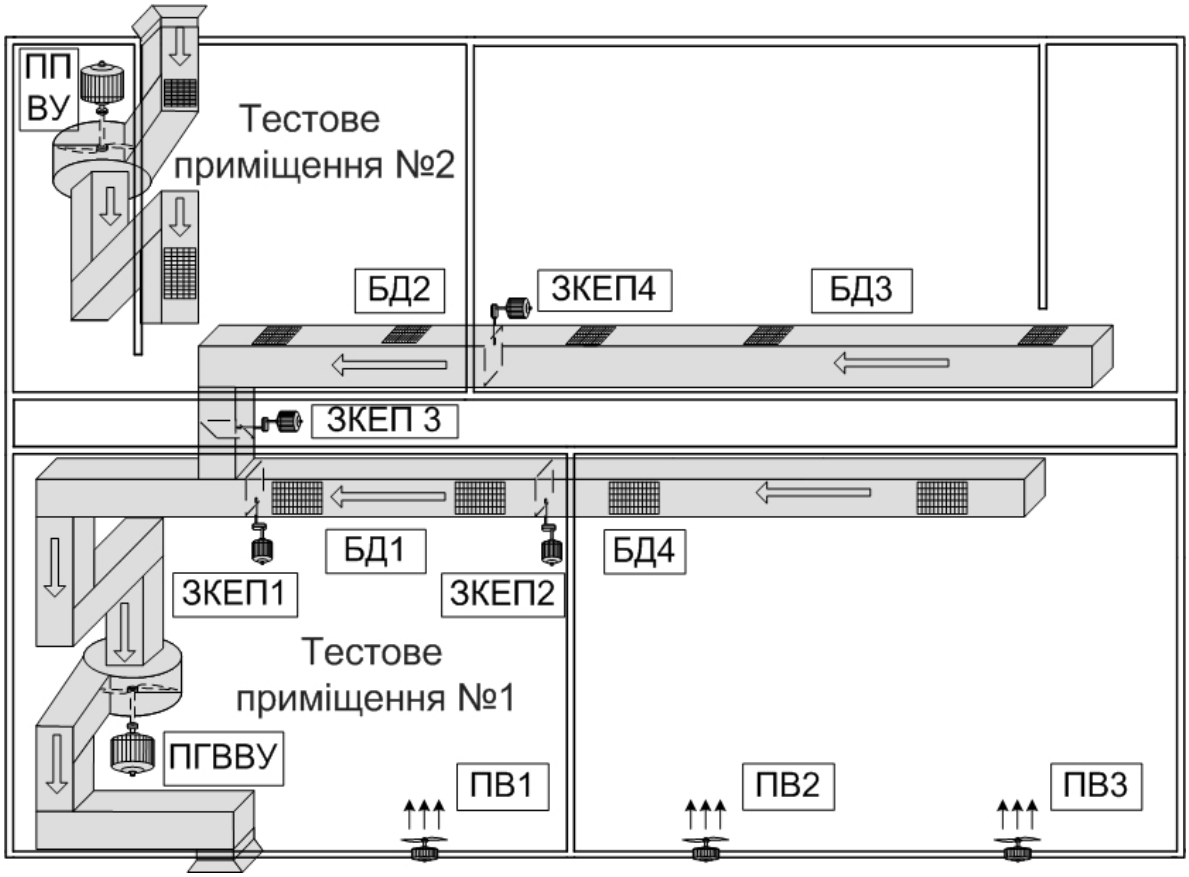


Рис. 1. Технологічна схема автоматизованих вентиляційних експериментально-дослідницьких систем:
ПГВВУ – привід головної витяжної вентиляторної установки;
ППВУ – привід припливної вентиляторної установки;
БД1-БД4 – блоки датчиків (датчики температури, вологості, кисню, тиску);
ЗКЕП1-ЗКЕП4 – засувки із керованим електроприводом;
ПВ1-ПВ3 – припливні вентилятори

Система повітропроводів умовно розділена на 17 ділянок, кожна з яких характеризується певними значеннями витрати повітря, швидкості руху повітряного потоку та площі поперечного перерізу повітропроводу (рис. 2).

Повітропроводи виготовлено з оцинкованої сталі; вони мають прямокутну або квадратну форму перерізу, пластикові жалюзійні ґрати, розташовані вздовж відгалужень повітропроводу.

Технічні характеристики витяжного вентилятора, встановленого в тестовому приміщенні № 1, наведено в табл. 1.

При проведенні експерименту засувки 2 і 3 (ЗКЕП 2, 3) закриті з метою попередження впливу додаткових трубопровідних гілок.

Таблиця 1

Паспортні характеристики витяжного вентилятора

Тип вентилятора	Продуктивність, $м^3$/год.	Номінальний тиск, Па	Частота обертання, об./хв.	Максимальний тиск, Па
RP 50-30/25-4D	2576	414	1450	1004

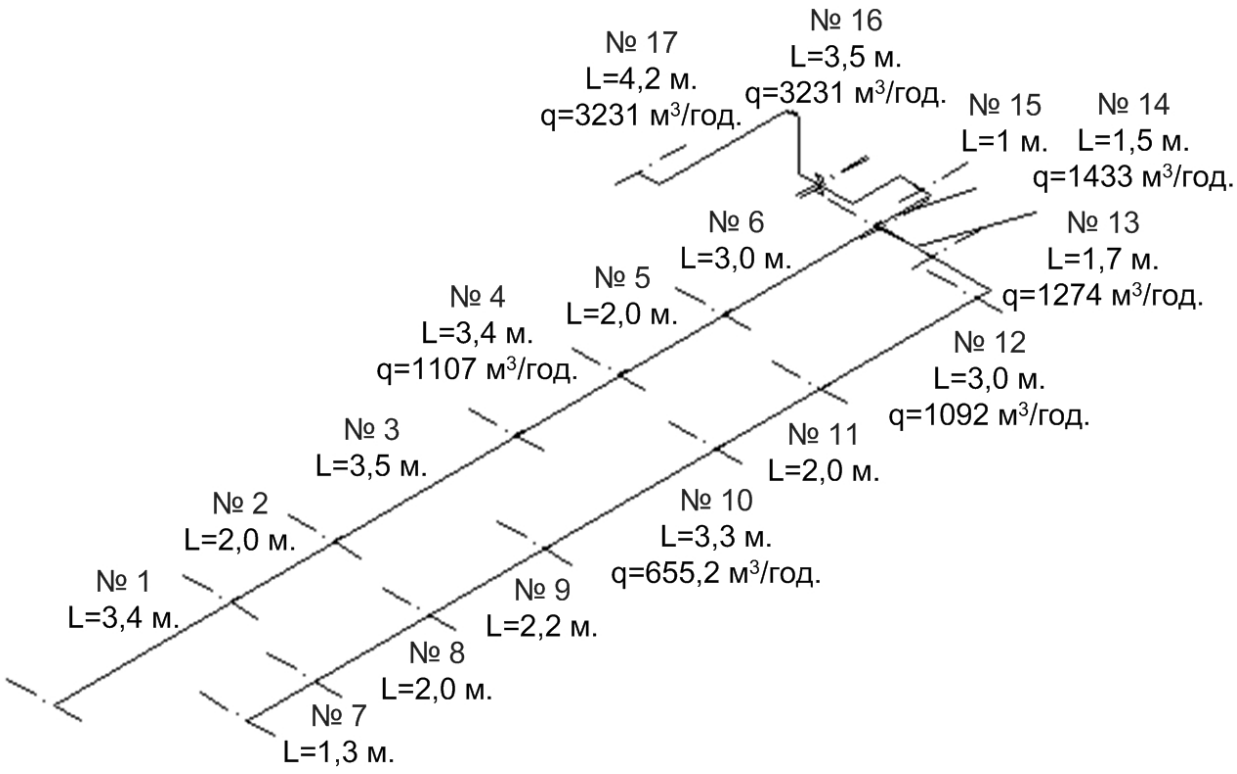


Рис. 2. Схема повітропроводів витяжної системи вентиляції

При проведенні експерименту засувки 2 і 3 (ЗКЕП 2, 3) закриті з метою попередження впливу додаткових трубопровідних гілок.

Параметри мікроклімату у тестовому приміщенні № 1 становили: температура – +21 ^{0}C, відносна вологість – 72 %, швидкість спрямованого руху повітря – 0,1 м/с. Фотонне іонізуюче γ-випромінювання перебуває в межах норми – 0,12 мкЗв/год. (радіометр-дозиметр РКС-01 «Стора»).

Вимірювання концентрації легких аероіонів у повітрі приміщень здійснювалось лічильником аероіонів «Сапфір-3к» [9, 10].

Вимірювання виконувались на відстані 0,1 м від жалюзійних ґрат.

Аналіз отриманих експериментальних даних (рис. 3) дозволяє припустити, що робота системи вентиляції призводить до формування нерівномірного поля швидкості повітряного потоку – формується турбулентній режим біля виходу із жалюзійної ґратки.

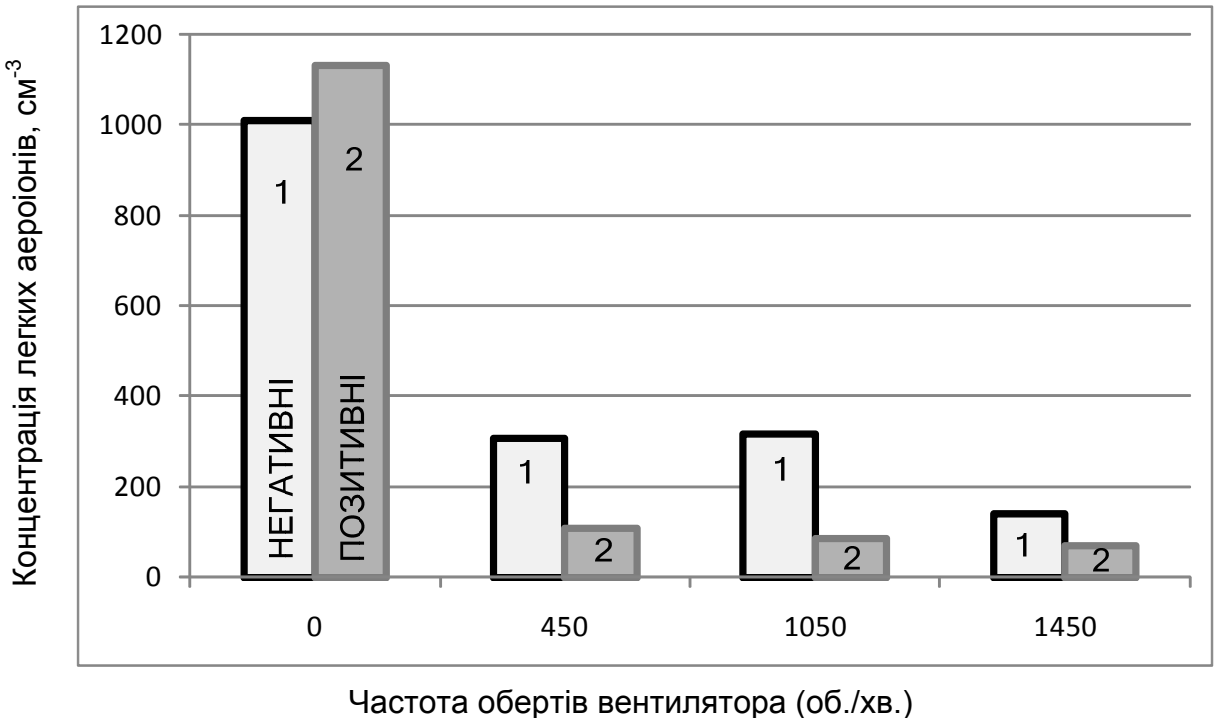


Рис. 3. Характер змін концентрації легких аероіонів (1 – негативні, 2 – позитивні) у тестовому приміщенні № 1 залежно від частоти обертання витяжного вентилятора

На нашу думку, по краях ґратки також створюється потік повітря з турбулентним режимом, в якому аеродинамічні сили потоку «розтягують» основну масу аероіонів, тобто змінюють градієнт концентрації цих частинок у бік його зменшення. Лічильник іонів, встановлений по основній осі потоку, фіксує тільки залишкову концентрацію аероіонів, що залишились у так званій «мертвій зоні» – зоні ламінарного потоку.

Не можна відкидати й наступне припущення: зменшення концентрацій іонів на невеликій відстані від витяжних жалюзійних ґраток може бути зумовлено їх видуванням, і лічильник не встигає реєструвати аероіони. Слід зазначити також, що при збільшенні швидкості обертання вентилятора до 450 об./хв. відбувається різке зменшення концентрації іонів, а при подальшому підвищенні швидкості обертів вентилятора концентрація практично не змінюється. Це пояснюється, можливо, тим, що на великих обертах відбувається вирівнювання швидкості руху потоку повітря, встановлюється відповідно стаціонарний режим, вирівнюються величини діючих

аеродинамічних сил, і вся концентрація аероіонів зосереджується в потоці повітря, що рухається.

Але необхідність пошуку додаткових чинників виникнення підвищеної концентрації легких аероіонів у тестовому приміщенні № 1 (вплив радону виключено – фотонне іонізуюче випромінювання в межах норми) залишається актуальною.

Експеримент у другому тестовому приміщенні. Друге тестове приміщення площею 32 м^2 має віконний отвір, приплив зовнішнього повітря здійснюється за рахунок системи вентиляції (рис. 1).

Через те, що система тестових приміщень розташована на цокольному поверсі і віконний отвір тестового приміщення № 2 знаходиться нижче ніж рівень землі, дослідження здійснювались біля жалюзійної ґратки нижче рівня землі на 1 м. Вимірювання проводилися 10 вересня 2015 року, температура повітря на вулиці +17 ^{0}C.

Графіки зміни концентрацій позитивних і негативних аероіонів біля вхідного отвору наведено на рис. 4.

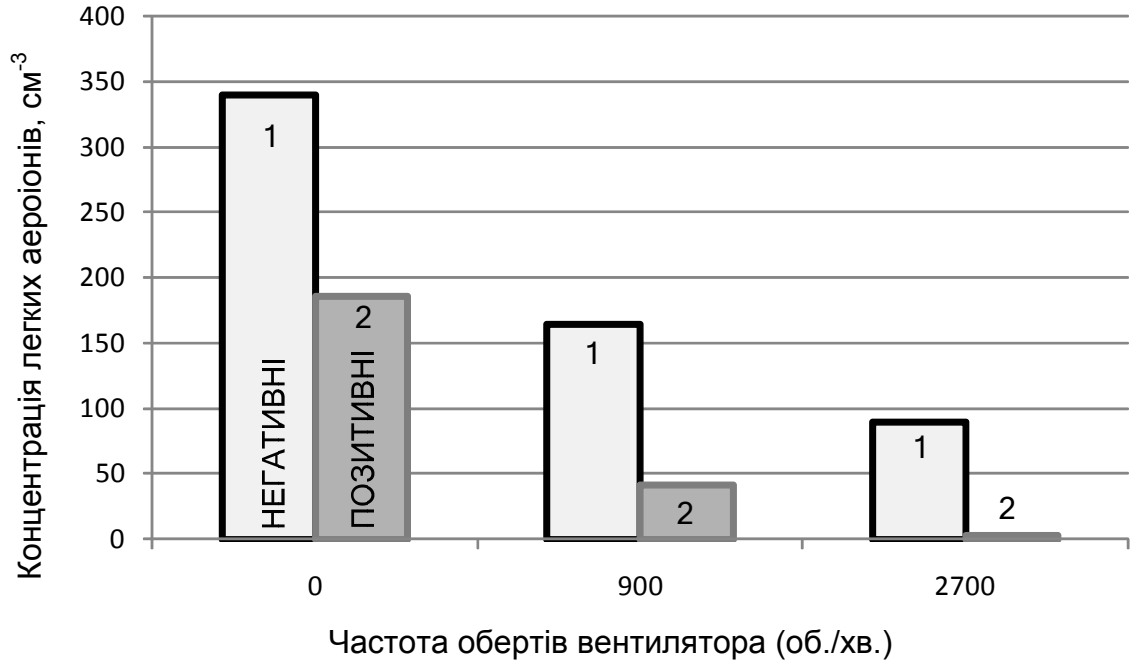


Рис. 4. Зміни концентрації легких аероіонів (1 – негативні, 2 – позитивні) на відстані 0,1 м від зовнішньої забірної ґратки залежно від частоти обертання припливного вентилятора

При проведенні експерименту параметри мікроклімату в приміщенні становили: температура – +21 ^{0}C, відносна вологість – 42 %, швидкість спрямованого руху повітря – 0,1 м/с, фотонне іонізуюче випромінювання – 0,11 мкЗв/год.

Функціональну схему повітроводів припливної системи вентиляції для подачі повітря у приміщення наведено на рис. 5.

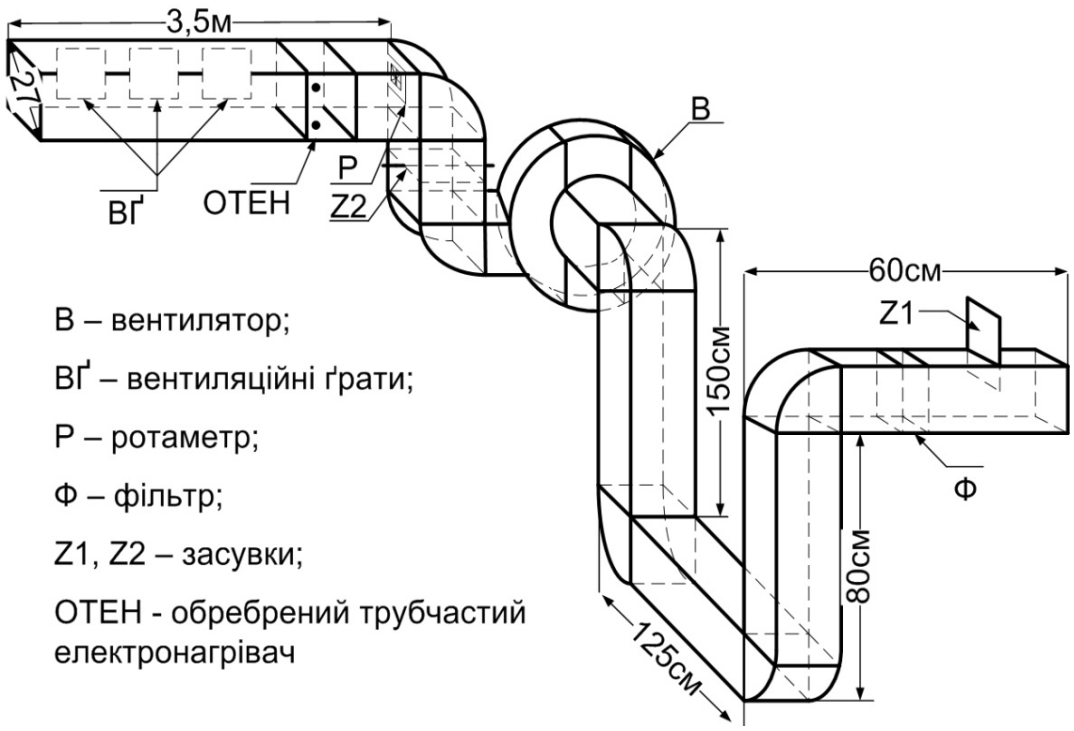


Рис. 5. Функціональна схема трубопроводу припливної системи вентиляції у другому тестовому приміщенні

Технічні характеристики припливного вентилятора, встановленого в другому тестовому приміщенні, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Паспортні характеристики припливного вентилятора

Тип вентилятора	Продуктивність, $м^3$/год.	Максимальний тиск, Па	Частота обертання, об./хв.	Потужність на валу, кВт
ВЦ4-75-2.5	2000	800	3000	0.35

Аналіз концентрацій легких аероіонів (рис. 6) показує, що для припливної вентиляції є характерним інший механізм змін вмісту зазначених часток. Концентрація легких аероіонів на вулиці перебуває в межах норми, що для центру міста добре, але при вмиканні припливного вентилятора їх концентрація зменшується.

У цьому випадку зазначене явище спостерігається лише в зоні дії припливу. Частина аероіонів, що потрапила до приміщення, збільшує концентрацію за рахунок уже наявних у тестовому приміщенні № 2, що відображено на рис. 6.

Проведені дослідження у другому тестовому приміщенні показали величини концентрації аероіонів у межах нормативних значень, у той же час проведення вимірювань при збільшенні швидкості обертання вентилятора виявилось неефективним навіть на відстані двох метрів від жалюзійної ґратки. При включенні вентилятора спрацьовує так званий

ефект «розбавлення» повітря приміщення додатковим об'ємом, що призводить до різкого зменшення вмісту аероіонів.

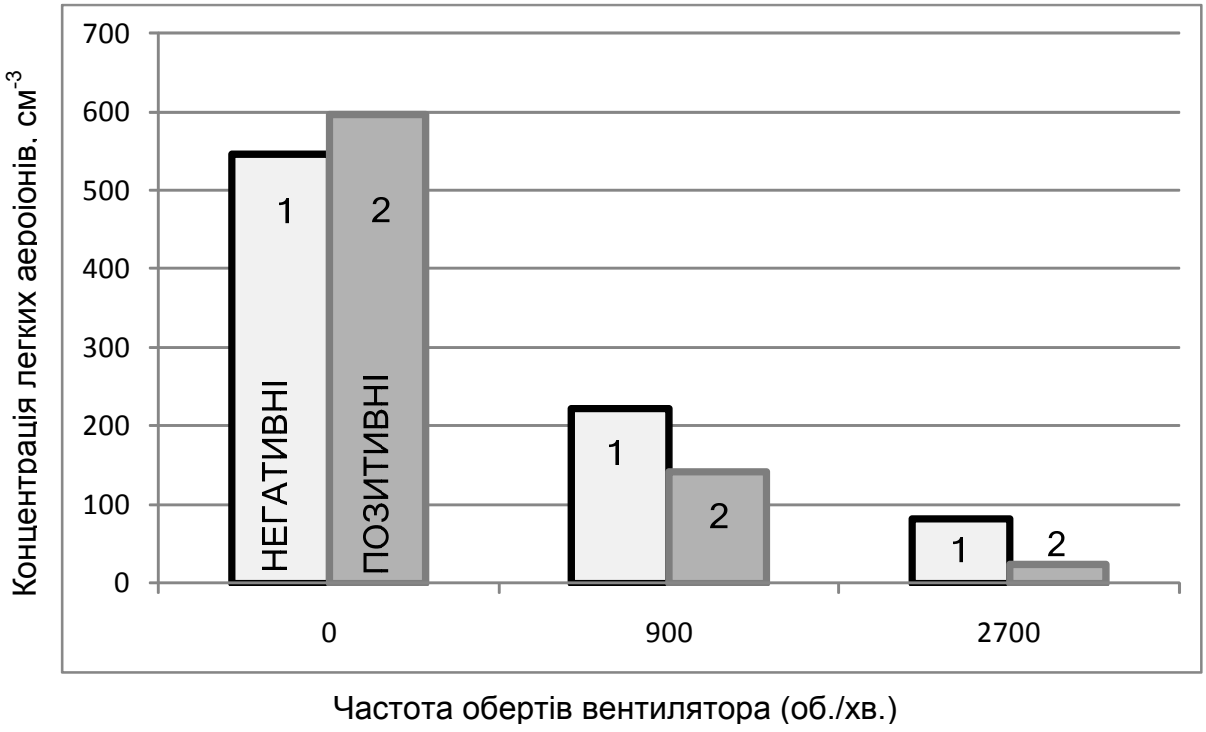


Рис. 6. Динаміка змін концентрації легких аероіонів (1 – негативні, 2 – позитивні) у тестовому приміщенні № 2 на відстані 2 м, від вентиляційної ґратки залежно від частоти обертання припливного вентилятора

Виконану роботу не можна вважати завершеною. Становить інтерес проведення поглибленого дослідження впливу систем вентиляції спільно зі зміною мікрокліматичних параметрів, а також статичного електричного поля, причиною якого є робота вентиляційних систем, на аероіонний склад повітря.

Це є перспективним напрямом подальших досліджень.

Висновки

Таким чином проведені експериментальні дослідження щодо оцінки впливу припливної та витяжної вентиляції на динаміку концентрації легких аероіонів виявили різній механізм змін вмісту частинок залежно від швидкості вентиляційного повітряного потоку.

Виявлені ефекти мають метрологічне значення і мають враховуватись при атестації робочих місць.

Автоматизовані вентиляційні експериментально-дослідницькі системи дозволяють оперативно враховувати зміну мікрокліматичних параметрів, своєчасно отримувати інформацію про стан технічних засобів і систем життєзабезпечення, створюють умови для ефективного контролю та управління основними фізичними чинниками повітряного

середовища в нестандартних приміщеннях. Отримані результати визначають перспективи подальшого вивчення зазначених процесів.

Список літератури

1. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е. С. Бондарь, А. С. Гордиенко, В. А. Михайлов, Г. В. Нимич. – М. : Аванпост-Прим, 2005. – 560 с.

2. Сукач С. В. Метод і засоби контролю та управління якістю повітряного середовища у приміщеннях : монографія / С. В. Сукач, Ю. І. Шульга. – Кременчук : Видавець ПП Щербатих О. В., 2013. – 192 с.

3. Сукач С. В. Програмний комплекс для автоматизації вентиляційної системи навчально-лабораторних приміщень / С. В. Сукач // Проблеми охорони праці в Україні : збірник наукових праць. – 2013. – Вип. 26. – С. 82–92.

4. Сукач С. В. Сучасний аспект розв’язання проблеми вентилювання навчальних приміщень різного призначення / С. В. Сукач // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2014. – Вип. 52. – С. 387–393.

5. Сукач С. В. Інноваційні підходи до автоматизації та диспетчеризації функціонування вентиляційних систем / С. В. Сукач, О. І. Запорожець / Управління розвитком складних систем : збірник наукових праць. – К. : КНУБА, 2014. – № 20. – С. 185–190.

6. Запорожець О. І. Принципи моделювання динаміки аероіонного складу повітря у приміщеннях / О. І. Запорожець, В. А. Глива, О. В. Сидоров // Вісник Національного авіаційного університету. – 2011. –№ 2 (47). – С. 120–124.

7. Глива В. А. Дослідження впливу мікрокліматичних параметрів повітрообміну на аероіонний склад повітря робочих приміщень / В. А. Глива // Проблеми охорони праці в Україні : збірник наукових праць. – 2011. – Вип. 20. – С. 58–65.

8. Запорожець О. І. Нормування аероіонного складу повітря робочих приміщень та основні напрями його вдосконалення / О. І. Запорожець, В. А. Глива, О. В. Сидоров // Вісник національного авіаційного університету. – 2011. – № 1. – С. 139–143.

9. Сидоров О. В. Нормалізація аероіонного складу повітря в офісних приміщеннях : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 / О. В. Сидоров ; ДУ «Національний НДІ промислової безпеки та охорони праці. – К., 2014. – 124 с.

10. Счётчик аэроионов «Сапфир-ЗК». Руководство по эксплуатации. – М. : МПФ «Сапфир», 1999. – 29 с.

Дата подання статті до збірника – 28.10.2015
Рецензент – д-р техн. наук Запорожець О.І.

УДК 331.452

Л. А. Сербінова, канд. техн. наук (*ДУ «ННДІПБОП»)*

ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В УКРАЇНІ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЦЬОГО ПИТАННЯ

Проведено аналіз стану виробничого травматизму та професійних захворювань в Україні за 2011–2014 рр. та І півріччя 2015 року. Обґрунтовано необхідність адаптації національного законодавства до законодавства Європейського Союзу.

Україна в процесі інтеграції у європейське співтовариство потребує не тільки вдосконалення чинних правових норм, а й створення нових, які б відповідали світовим стандартам і вимогам, що, як і вся чинна міжнародна правова система, ґрунтуються, передусім, на принципах охорони та захисту прав людини і громадянина.

Ключові слова: *охорона праці, адаптація, профзахворювання, травматизм, нещасні випадки.*

Проведен анализ состояния производственного травматизма и профессиональных заболеваний в Украине за 2011–2014 гг. и I полугодие 2015 года. Обоснована необходимость адаптации национального законодательства к законодательству Европейского Союза.

Украина в процессе интеграции в европейское сообщество нуждается не только в усовершенствовании действующих правовых норм, но в и создании новых, которые соответствовали бы мировым стандартам и требованиям, что, как и вся действующая международная правовая система, основываются, прежде всего, на принципах охраны и защиты прав человека и гражданина.

Ключевые слова: *охрана труда, адаптация, профзаболевания, травматизм, несчастные случаи.*

An analysis of occupational injuries and illnesses in Ukraine for the years 2011-2014 and the half of 2015. The necessity of adapting national legislation to the EU legislation.

Ukraine in the process of integration in European community needs not only improvement of operating legal norms, but in and creation of new, which would correspond world standards and requirements, that, as well as all operating international legal system, founded, foremost, on principles of guard and defense of human and citizen rights.

Keywords: *safety measures, adaptation, occupational diseases, injuries, accidents.*

Вступ. Охорона праці є одним із найважливіших чинників підвищення ефективності виробництва в сучасних умовах. Проте рівень соціально-економічного розвитку та науково-технічного прогресу сучасного суспільства досі не спроможні створити сприятливі умови для забезпечення добробуту людини та збереження її здоров'я. Особливо гостро ця проблема постає на промислових підприємствах, які через незадовільне фінансування заходів з охорони праці мають переважно застарілу матеріально-технічну базу виробництва [1].

Одним із основних показників стану охорони праці є рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності.

За даними Держкомстату України майже кожний четвертий робітник (21,7 %) працює в умовах, що не відповідають санітарним нормам і правилам за параметрами шкідливих виробничих факторів [2].

Сьогодні спостерігається тенденція до економії на належній охороні праці з боку роботодавців, низький рівень самозбереження з боку працівників, низька культура виробництва, що сукупно призводить до перманентного порушення Кодексу законів про працю України [3].

Основними причинами професійної захворюваності в Україні за інформацією Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань Україні (далі - Фонд) є:

- недосконаліть технологічних процесів, в результаті чого на працівників під час виконання технологічних операцій впливають шкідливі виробничі фактори;
- недосконаліть технологічного обладнання, що призводить до неможливості досягти гранично допустимих концентрацій пилу, рівнів шуму та вібрацій на робочих місцях;
- низький рівень механізації трудомістких операцій, наприклад, під час видобутку вугілля;
- тривалий час роботи працюючих в шкідливих умовах праці;
- старіння основних виробничих фондів, скорочення об'ємів капітального та профілактичного ремонту промислових будівель, споруд, машин і обладнання;
- послаблення відповідальності роботодавців і керівників виробництва за стан умов праці та техніки безпеки;
- неефективність та невикористання засобів захисту працюючими, порушення правил охорони праці, режимів праці і відпочинку;
- низька якість медичних оглядів та недотримання термінів їх проходження.

Така ситуація потребує вживати кардинальні заходи щодо посилення профілактики травматизму, адже в умовах зростання виробництва можливе істотне збільшення кількості потерпілих, в тому числі, і загиблих на виробництві.

Одним із шляхів розв’язання цього питання може стати адаптація законодавство з питань охорони праці до законодавства Європейського Союзу (далі – ЄС). Так, цілий комплекс заходів на шляху до євроінтеграції виписаний в Загальнодержавній соціальній програмі поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014–2018 рр.

Основна частина. Проведений аналіз стану виробничого травматизму та професійних захворювань в Україні за 2011–2014 рр. та І півріччя 2015 року свідчить про таке [4].

За І півріччя 2015 року порівняно з аналогічним періодом 2014 року кількість страхових нещасних випадків зменшилась на 13,4 % (із 2490 випадків до 2156 випадків). Проте кількість травмованих осіб зі смертельним наслідком збільшилась на 7,9 % порівняно з 2014 роком (із 165 осіб до178 осіб).

Кількість нещасних випадків на виробництві у І півріччі 2015 року збільшилась: у Луганській області – на 20 випадків, або на 43,5 %, м. Києві – на 15 випадків, або на 8,4 %, Чернігівській області – на 13 випадків, або на 26,0 %, Львівській області – на 11 випадків, або на 9,2 %, Херсонській області – на 8 випадків, або на 22,2 %, Закарпатській області – на 7 випадків, або на 53,8 %, Івано-Франківській області – на 6 випадків, або на 18,2 %, Сумській області – на 5 випадків, або на 9,4 % та Черкаській області – на 3 випадки, або на 7,3 %.

Проте поряд з хорошими показниками профілактики травматизму і професійної захворюваності, страхові експерти Фонду відмічають недостатній рівень охорони праці в Україні та високу аварійність на підприємствах країни.

Так, у 2012 та 2014 рр. та І півріччі 2015 року робочими органами виконавчої дирекції Фонду зареєстровано 36 384 потерпілих від нещасних випадків на виробництві, на яких складено акти за формою Н-1, в т.ч. 4448 випадки – із смертельним наслідком [4].

Розподіл причин нещасних випадків на виробництві у 2011–2014 рр. та І півріччя 2015 року наведено на рис. 1.

Найпоширенішими організаційними причинами стали:

- невиконання вимог інструкцій з охорони праці – від загальної кількості травмованих осіб по Україні 11650 осіб;
- невиконання посадових обов'язків – травмовано 2682 особи;
- порушення правил безпеки руху (польотів) – травмовано 1583 особи;
- порушення технологічного процесу – травмовано 801 особу.

Найпоширеніша технічна причина – незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будинків, споруд, території – травмовано 1101 особу.

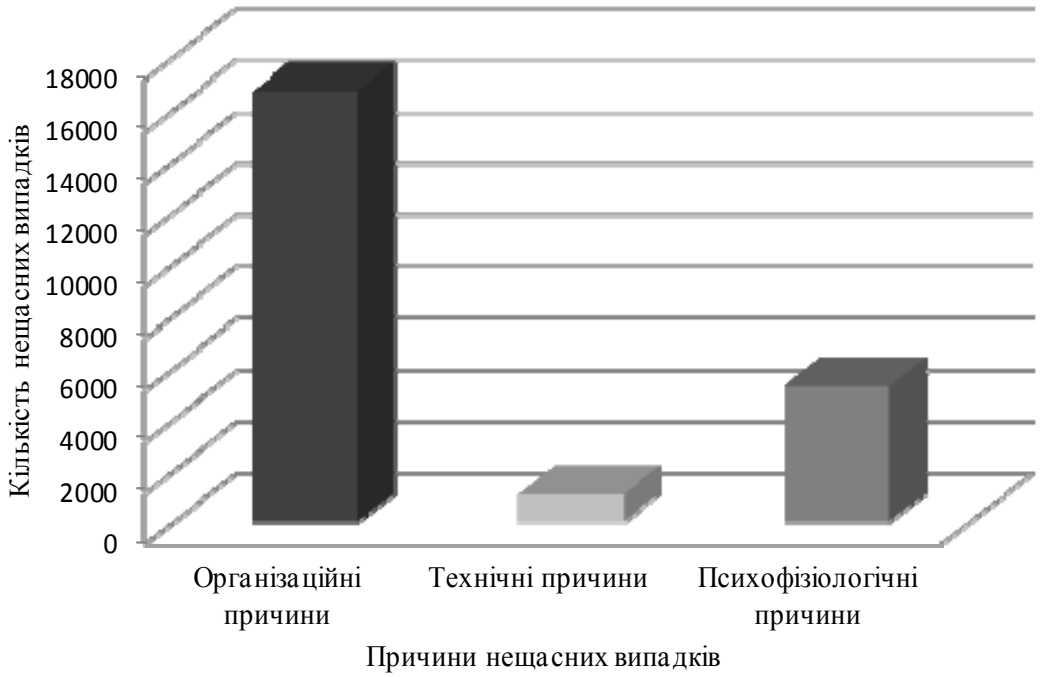


Рис. 1. Розподіл причин нещасних випадків на виробництві у 2011-2014 рр. та І півріччі 2015 року

Серед найпоширеніших психофізіологічних причин:

- особиста необережність потерпілого – травмовано 4145 осіб;
- травмування внаслідок протиправних дій інших осіб – травмовано 1165 осіб.

З рис. 1 і статистичної інформації видно, що за І півріччя 2015 року майже 36,3 % від загальної кількості нещасних випадків сталися через невиконання працівниками інструкцій з охорони праці. З технічних причин, а саме – незадовільного технічного стану виробничих об'єктів, будинків, споруд, сталося понад 37 % всіх нещасних випадків від загальної кількості по Україні за 2014 рік.

У свою чергу, у І півріччі 2015 року робочими органами виконавчої дирекції Фонду зареєстровано 2156 (з них 178 – зі смертельним наслідком) потерпілих від нещасних випадків на виробництві, на яких складено акти за формою Н-1. У тому числі складено 1778 (з них зі смертельним наслідком – 98) актів за формою Н-1 на випадки, що сталися і розслідування яких закінчилось у звітному періоді, та 378 (в т.ч. зі смертельним наслідком – 80) актів на випадки, що сталися у минулих роках, а акти на них було складено у звітному періоді [4].

На рис. 2 наведено розподіл кількості потерпілих від нещасних випадків за даними актів Н-1 за найбільш травмонебезпечними причинами нещасних випадків внаслідок найпоширеніших організаційних причин в період з 2013 року – І півріччя 2015 року.

Аналізуючи вищезазначені причини бачимо, що з 2013 року спостерігається тенденція до зниження кількості потерпілих.

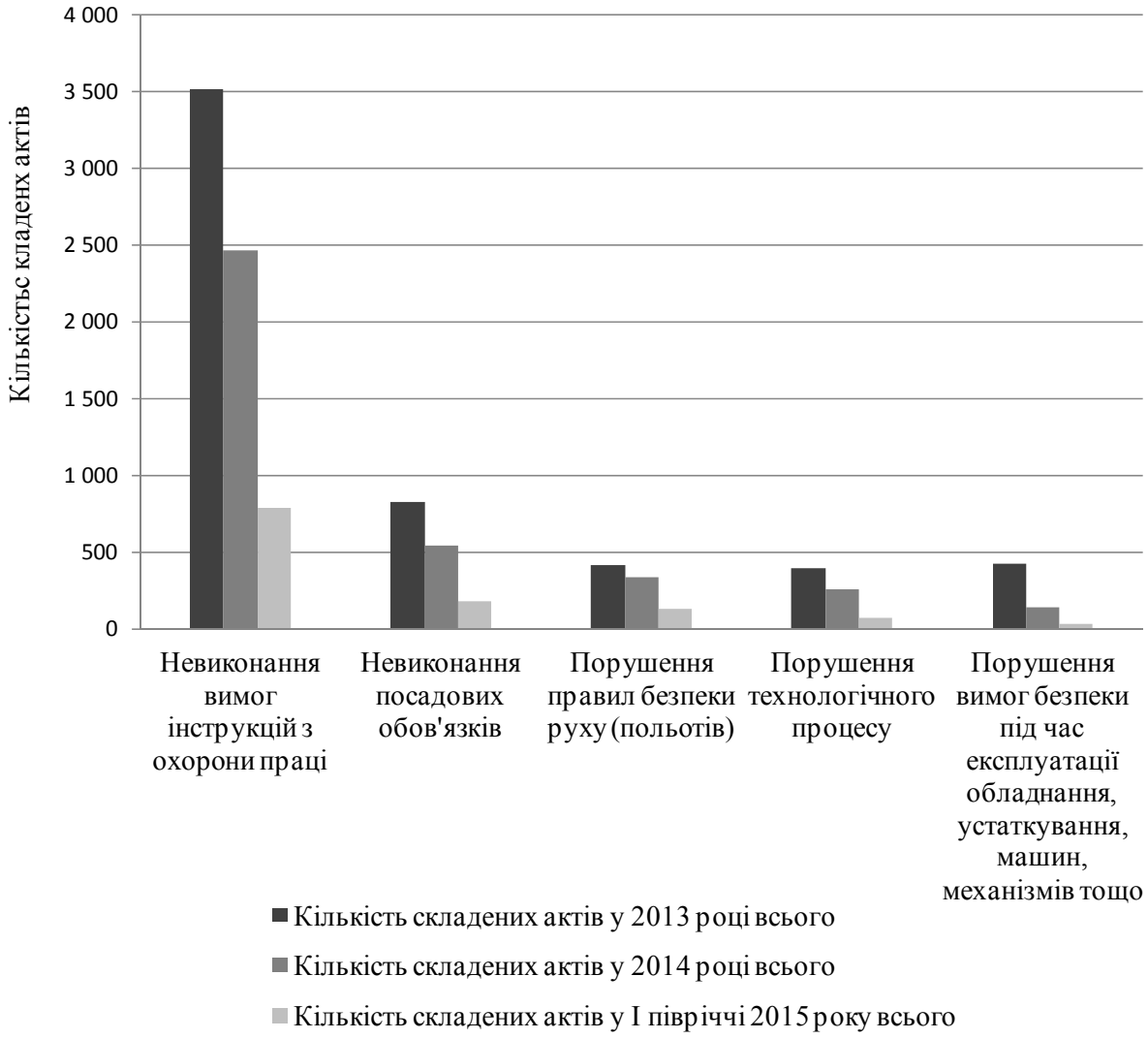


Рис. 2. Розподіл кількості потерпілих від нещасних випадків за даними актів Н-1 за найбільш травмонебезпечними причинами нещасних випадків внаслідок найпоширеніших організаційних причин за період з 2013 року – І півріччя 2015 року

Так, внаслідок невиконання вимог інструкцій з охорони праці з 3512 травмованих осіб у 2013 році їх кількість знизилась до 782 у І півріччі 2015 року.

Більшість страхових нещасних випадків зареєстровано у Донецькій (15 %) та Дніпропетровській (14,1 %) областях, де зосереджена переважна більшість підприємств із видобутку енергетичних матеріалів в Україні. Кількість травмованих осіб у цих областях складає 38,1 % від загальної кількості травмованих в цілому по Україні.

Вагомими причинами формування несприятливих умов праці та настання нещасних випадків є недосконаліть технологічного процесу, використання застарілого обладнання, машин і механізмів та їх несправність, неефективність та невикористання засобів захисту працюючими, порушення правил охорони праці, режимів праці та відпочинку, тривалий час роботи у шкідливих виробничих умовах, не

проведення або низька якість проведення атестації робочих місць за умовами праці, несвоєчасне виявлення та пізня діагностика професійних захворювань, низька якість проведення медичних оглядів працівників, руйнація системи промислової медицини.

Усі заходи з попередження випадків виробничого травматизму та поліпшення умов праці роботодавець має здійснювати спільно з профспілками або уповноваженими трудового колективу з питань охорони праці, а постійну увагу слід приділяти умовам праці – якості та стану робочих місць, обладнання, засобів захисту.

У свою чергу аналіз нещасних випадків є інформаційним джерелом для визначення профілактичних заходів із попередження травматизму, тому для активного впливу на стан умов праці необхідно визначити фактори, що формують їх безпечний рівень. І лише після виявлення дійсних причин нещасного випадку з'являється можливість пошуку шляхів, які виключають або знижують можливість їх повторення.

Однією з причин незадовільного стану охорони праці в Україні є неврахування в цій сфері європейських та міжнародних стандартів. Одним із основних напрямів інтеграційного процесу в сфері охорони праці є адаптація національного законодавства до законодавства ЄС [5].

Питання євроінтеграції є пріоритетним щодо діяльності певного кола державних структур, але останнім часом і пересічні громадяни стали цьому приділяти більше уваги [6, 7]. Як свідчать офіційні дані соціологічних опитувань 89 % респондентів цікавить інформація про ЄС, зокрема 45 % – про наслідки інтеграції України до ЄС, 41 % – про вимоги щодо вступу до ЄС. Україна обрала шлях приведення національного законодавства у відповідність до міжнародних стандартів.

На сьогодні адаптація законодавства України до законодавства ЄС відбувається у відповідності до положень Закону України про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу від 18 березня 2004 року № 1629-IV та Угодою про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони.

Адаптація законодавства України передбачає реформування її правової системи та поступове приведення у відповідність із європейськими та міжнародними стандартами охорони праці з метою визначення єдиних і загальноприйнятих правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини під час трудової діяльності. А тому процес адаптації трудового законодавства України до європейських стандартів в сфері охорони праці – це діяльність компетентних державних органів щодо дослідження нормативної бази Європейського Союзу в вищезазначеній сфері, порівняльна оцінка національного трудового законодавства на відповідність європейським

стандартам регулювання вищезазначених відносин, формування висновків і пропозицій щодо зміни чинного законодавства, а також упровадження постійного моніторингу політики Європейського Союзу з охорони праці працівників.

Державна політика України щодо адаптації законодавства у сфері охорони праці до законодавства Європейського Союзу як складова частина правової реформи в Україні спрямовується на забезпечення єдиних підходів до нормопроектування, обов'язкового врахування вимог законодавства Європейського Союзу під час нормопроектування, підготовки кваліфікованих спеціалістів, створення належних умов для інституціонального, науково-освітнього, нормопроектного, технічного, фінансового забезпечення процесу адаптації законодавства України.

Висновки

Гострою проблемою як в українській, так і європейській системах охорони праці є та залишається захист працівників від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Незадовільні умови безпеки праці, високий рівень виробничого травматизму і професійних захворювань зумовлені комплексом об’єктивних та суб’єктивних причин. А найголовніша із них – численні порушення чинного законодавства про охорону праці, та наявність істотних недоліків у цьому законодавстві.

А тому, інтеграція України у європейське співтовариство, потребує не тільки вдосконалення чинних правових норм, а й створення нових, які б відповідали світовим стандартам і вимогам, що, як і вся чинна міжнародна правова система, ґрунтуються передусім на принципах охорони та захисту прав людини і громадянина.

Список літератури

1. Следь О., Землякова Є. Економічні та соціальні аспекти поліпшення умов та охорони праці в ринковій системі господарювання / Економічний аналіз. – 2011. – № 9. – С. 357–362.

2. Кундієв Ю. І. Професійне здоров'я в Україні. Епідеміологічний аналіз / Ю. І. Кундієв, А. М. Нагорна. – К. : Авіцена, 2006. – 316 с.

3. Біла Г. М. Проблеми в реалізації державної політики нагляду за дотриманням законодавства / Г. М. Біла // Публічне управління: теорія та практика. – 2012. – № 1. – С. 135–139.

4. Статистичні дані. Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.social.org.ua/activity/profilactika.

5. Венедіктов В. С. та ін. Охорона праці: європейські і міжнародні стандарти та законодавство України (порівняльний аналіз) /

В. С. Венедіктов, В. П. Грохольський, М. І. Іншин, М. М. Клемпарський, К. Ю. Мельник, О. М. Музичук, І. М. Шопіна / За ред. д-ра юрид. наук, проф. В. С. Венедіктова / Державний департамент з питань адаптації законодавства. Українська асоціація фахівців трудового права. – Харків-Київ, 2006. – 680 с.: іл.; табл.

6. Європейський простір. Портал проєвропейського громадянського суспільства України // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http: //eu.prostir.ua/view/ 5191.html.

7. Теличко О. А. Адаптація трудового законодавства України в сфері охорони праці до європейських стандартів : автореф. дис. канд. юрид. наук : 12.00.05 / О. А. Теличко; Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. – Луганськ, 2011. – 20 с. – укр.

Дата подання статті до збірника – 03.11.2015
Рецензент – д-р техн. наук Кружилко О.Є.

УДК 538.69:331.45

Т. М. Перельот
(*Національний авіаційний університет*)

УДОСКОНАЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З НАБУТТЯМ ЧИННОСТІ ЗАГАЛЬНОЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ З ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ БЕЗПЕКИ ТА СУМІСНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

У роботі розглянуто проблеми, пов'язані з набуттям чинності в Україні загальноєвропейських нормативів з електромагнітної безпеки та сумісності технічних засобів. Встановлено, що пріоритетами у цій роботі є узгодження метрологічної бази та підвищення вимог до електромагнітної безпеки працюючих із врахуванням більш жорстких норм з електромагнітної сумісності технічних засобів.

Ключові слова: *норматив, електромагнітна безпека, електромагнітна сумісність, магнітне поле, електричне поле.*

В работе рассмотрены проблемы, связанные с введением в действие в Украине общеевропейских нормативов по электромагнитной безопасности и совместимости технических средств. Установлено, что приоритетами в этой работе являются согласование метрологической базы и повышение требований к электромагнитной безопасности работающих с учетом более жестких норм по электромагнитной совместимости технических средств.

Ключевые слова: *норматив, электромагнитная безопасность, электромагнитная совместимость, магнитное поле, электрическое поле.*

The article examines the problems associated with the introduction of pan-European standards in Ukraine for electromagnetic safety and compatibility of technical equipment. It was found that the priorities of this work is to harmonize the metrological base and raising the requirements for electromagnetic safety of workers in view of more stringent standards for electromagnetic compatibility of technical means..

Keywords: *normative document, electromagnetic safety, electromagnetic compatibility, magnetic field, electric field.*

Вступ. Сучасні інтеграційні процеси обумовлюють уніфікацію нормативних баз окремих країн. Зокрема це стосується стандартів, правил і норм з електромагнітної безпеки. Особливістю цього процесу в Україні є те, що загальноєвропейські нормативи з електромагнітної сумісності технічних засобів, що набувають чинності, більш жорсткі, ніж дотепер дозволені нормативи з електромагнітної безпеки, за якими визначаються рівні електромагнітних полів.

Стан проблеми. Так, в Україні відбувається процес імплементації у національну нормативну базу вимог загальноєвропейської директиви з електромагнітної безпеки [1], невід'ємний додаток до якої містить конкретні вимоги щодо гранично допустимих рівнів електромагнітних полів і випромінювань залежно від їх частотних характеристик. Деякі аспекти узгодження вимог міжнародних нормативів з нормативами України розглянуто у роботі [2], але ця робота стосується попередньої редакції Директиви (2004 р.) і потребує уточнень. Важливим є встановлення факту, що забезпечення електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності технічних засобів є двоєдиним завданням.

Слушність такого підходу та актуальність вдосконалення документів щодо електромагнітної безпеки з урахуванням вимог електромагнітної сумісності електричного та електронного обладнання обумовлена також набуттям чинності в Україні з 1 січня 2016 року кількох десятків Державних стандартів України з електромагнітної сумісності, ідентичних (IDT) стандартам Євросоюзу [3]. При цьому у багатьох випадках вимоги до стійкості (*immunity*) обладнання щодо зовнішніх електромагнітних впливів та його випромінювальних спроможностей *(emission)* значно жорсткіші за вимоги з електромагнітної безпеки, що потребує відповідної корекції останніх.

Мета роботи. Метою роботи є визначення розбіжностей у національній та міжнародній нормативних базах з електромагнітної безпеки, її неузгодженості з нормативами з електромагнітної сумісності та розроблення пропозицій щодо їх подолання.

Найбільш очевидною розбіжністю міжнародних та національних нормативних документів є використання, у багатьох випадках, різних одиниць вимірювання.

Для характеристики електромагнітних полів та випромінювань джерел, тобто гранично допустимих рівнів у точках їх визначення використовуються однакові одиниці вимірювання – напруженість електричного (В/м) та магнітного (А/м) полів, індукція магнітного поля (Тл) та щільність потоку енергії випромінювання (Вт/м^2). Вони закладені як у додаток (обов'язковий) до [1], так і у національні нормативи з електромагнітної безпеки [4, 5].

Але щодо впливу на людей, то у міжнародному нормативі для низькочастотної області регламентується густина наведеного у тілі людини електричного струму J (А/м^2), а для високочастотної області – питомі поглинені енергія SA (Дж/кг) та потужність SAR (Вт/кг). У вітчизняному нормативі [5] дозовий підхід базується на часі перебування людини під впливом поля та випромінювання. Для електричного поля це [(В/м)^2·годину], для магнітного – [(А/м)^2·годину], а для високочастотної області (300 МГц…300 ГГц) – [(мкВт/см^2)·годину].

Слід зауважити, що такий дозовий підхід, хоча і дещо формалізований, але може бути використаний у будь-яких умовах і має універсальний характер. У той самий час визначення поглиненої людиною енергії та потужності електромагнітного випромінювання досить проблематичне. Це саме стосується й визначення наведеного у тілі людини електричного струму.

Відмінності у гранично допустимих рівнях вимог міжнародних і національних нормативів неоднозначні. Для низькочастотної області, у тому числі й наднизькочастотної, включаючи промислову частоту 50 Гц, загальноєвропейські норми значно жорсткіші. При цьому гранично допустимі рівні полів змінюються неперервно зі зростанням частоти. У вітчизняних нормах вони фіксовані у визначених смугах частот. Основною проблемою для цих діапазонів в умовах України є те, що при організації систем електроживлення у переважній більшості старих будівель використовується двопровідна мережа TN-C, що унеможливлює забезпечення рівнів магнітних полів відповідно до європейських вимог. Враховуючи те, що норми [6, 7] потребують при новому будівництві та реконструкції старих будівель монтувати системи електроживлення TN-S (трипровідна для кінцевого споживача), зрушення у цьому питанні є.

Найбільш складним процесом є перехід на загальноєвропейські норми з гранично допустимих рівнів електромагнітних випромінювань (надвисокі та надзвичайно високі частоти). Дозволені у Європі рівні мінімум у чотири рази вищі за національні. Не дивлячись на те, що наведені у [5] норми для засобів мобільного зв'язку і подібних до них (2,5 мкВт/см^2) піддаються гігієністами обґрунтованій критиці, підвищення гранично допустимих рівнів може викликати небажаний

резонанс у суспільстві. До того ж, з огляду на охорону праці, таке підвищення може мати негативні наслідки. Дослідження [8] показали, що в умовах часткової екранізації приміщень залізобетонними будівельними конструкціями, металевим обладнанням великих площ та маси інтенсивність випромінювань засобів мобільного зв'язку значно зростає (до 15 разів). Це обумовлене їх конструктивними особливостями і призначене для забезпечення надійного зв'язку. Тому підвищення рівнів вихідних випромінювань небажане. Особливо це стосується бездротових комп'ютерних мереж, з якими постійно взаємодіють сучасні телефонні апарати.

Але взагалі, на нашу думку, є узгодження нормативів з електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності технічних засобів. Так, документ [9], який нормує сили струму гармонік електроструму промислової частоти у будівлях, значно жорсткіший за чинний [10], який тільки за рахунок допустимої несиметричності навантаження у трифазній силовій мережі допускає відхилення у 10 %. Це генерує треті вищі гармоніки промислової частоти у нульових робочих провідниках і, відповідно, наднормативні рівні магнітних полів.

Норматив [1] для мереж електроживлення напругою 0,38 кВ допускає загальне сумарне значення усіх гармонік (за напругою) у 12 % від основної, а [9] – у 8 %, при цьому останнім враховуються усі гармоніки до 40-го порядку включно, тоді як у національному нормативі враховуються непарні гармоніки, кратні трьом, – тільки до 21-го порядку. Існує ще одна суттєва відмінність. Якщо у документі [10] розрахунковий час, за який якість напруги у середньому (з ймовірністю 95 %) має відповідати нормативу, складає 24 години, то у [9] вона повинна відповідати йому з такою ж ймовірністю у будь-якому 10-хвилинному інтервалі. Очевидно, що чинний стандарт допускає короткочасні значні відхилення, які усередненням за добу не суперечать нормативу.

У таких умовах обов'язковим є монтаж, принаймні у енергонасичених будівлях, систем придушення вищих гармонік електроструму промислової частоти. Враховуючи змінність енергонавантаження, це доцільно робити за рахунок установок компенсації реактивної потужності [11], що на сьогодні не передбачено нормативно.

Однак зниження навіть третьої вищої гармоніки до 2 %, що вимагає [9], є досить складним технічним завданням. Як показано у [12], гармонічний склад магнітних полів у виробничих будівлях специфічний, тому реалізація заходів із відповідності його вимогам сучасних стандартів потребує додаткових досліджень.

Значною мірою це стосується нормативу з електромагнітних збурень у діапазоні частот від 3 кГц до 148,5 кГц [13]. Цей норматив стосується частот, що входять у контрольований діапазон електромагнітних полів комп'ютерної техніки (2…400 кГц), що потребує

узгодження кількісних значень електричних і магнітних полів. Крім того, джерелами електричних полів цих частот є люмінесцентні лампи освітлення (принаймні з дросельними блоками).

Складність використання виробниками навіть цих двох (з кількох десятків) нормативів є те, що їх прийнято методом підтвердження та навіть не перекладено на державну мову; передбачається, що переклад вищезазначених нормативів буде закінчено у 2020 році. Проте, на нашу думку, цей процес необхідно пришвидшити, принаймні щодо стандартів, які стосуються обладнання масового використання, наприклад [14–16]. Дотримання вимог нормативу з електромагнітних збурень у діапазоні частот від 3 кГц до 148,5 кГц [13], вкрай важливе через те, що він стосується стабільності роботи обладнання, від безперебійної роботи якого залежить безпека людей – електронного діагностичного обладнання, систем керування рухом, енергетичними підприємствами тощо.

Суттєвим недоліком національної нормативної бази з електромагнітної безпеки є наявність багатьох документів, що одночасно стосуються як виробничих умов, так і населення. При цьому, наприклад, у санітарних нормах [4] написано, що термін «населення» включає осіб, які працюють в умовах впливу електромагнітних полів ліній електропередач. Існують також відмінності термінологічного та кількісного характеру. У різних джерелах використовуються терміни «густина потоку енергії» та «щільність потоку енергії», що з формальної точки зору неприпустимо. Документ [4] надає гранично допустимі рівні випромінювань надвисокої частоти у 2,5 мкВ/см^2, а [6] – 10 мкВ/см^2 за повного збігу частот. Таких протиріч позбавлений міжнародний норматив. Це обумовлено тим, що він є єдиним для усіх видів виробничої діяльності (з відповідною градацією) та містить окремий розділ, який стосується населення. При цьому відмінності вимог, крім таблиць, унаочнено на одному графіку.

Проведений аналіз і визначення пріоритетності робіт з імплементації вимог міжнародних нормативів у нормативну базу України стосується тільки деяких аспектів електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності технічних засобів, втім він дозволяє зробити кілька узагальнень і висновків.

Висновки

1. Імплементація вимог загальноєвропейських нормативів з електромагнітної безпеки у національну нормативно-правову базу повинна виконуватись у логічній послідовності. Пріоритетним є узгодження одиниць вимірювання та оновлення відповідної метрологічної бази.

2. Враховуючи значні відмінності у гранично допустимих рівнях електромагнітних полів і випромінювань, у тих випадках, коли допустимі рівні необхідно збільшувати, цьому процесу має передувати роз'яснювальна робота серед населення та працюючих.

3. Потребують узгодження нормативні вимоги з електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності технічних засобів. У багатьох випадках вимоги останніх, які набувають чинності з 01.01.2016 р., набагато жорсткіші за вимоги з електромагнітної безпеки, що потребує їх перегляду у нових умовах.

Список літератури

1. Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields).

2. Подобєд І. М. Шляхи вдосконалення нормативної бази з електромагнітної безпеки та магнітної сумісності технічних засобів в умовах підвищення енергонасиченості будівель і споруд / І. М. Подобєд, В. А. Глива, Л. О. Левченко // Гігієна населених місць. – К. : 2012, Вип. 28. – С. 171–175.

3. Про прийняття європейських стандартів як національних стандартів України та скасування національних стандартів України : Наказ Мінекономрозвитку України від 29 грудня 2014 року № 1483. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ME141678.html

4. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань : ДСН 239-96. – К. : МОЗ України, 1996. – 28 с. – (Державні санітарні норми України).

5. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів : Д Сан Пін 3.3.6.096-2002. [Чинний від 2003-01-04]. – К. : МОЗ України, 2003. – 16 с. – (Державні санітарні норми України).

6. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : ДБН В. 2.5-23-2003. – [Чинний від 2004-01-06]. – К. : Держбуд України, 2004. – 129 с. (Державні будівельні норми України).

7. Проектування висотних житлових і громадських будинків ДБН В.2.2- 24:2009. – [Чинний від 01-10-09]. – К. : Мінрегіонбуд, 2009. – 103 с. (Державні будівельні норми України).

8. Запорожець О. І. Екранування електромагнітних полів для електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності обладнання / О. І. Запорожець, В. І. Клапченко, Л. О. Левченко, О. В. Панова // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 21. – С. 133 – 138.

9. Електромагнітна сумісність. Частина 3–12. Норми на силу струму гармонік, створених обладнанням із номінальним вхідним струмом силою понад 16 А та до 75 А включно на фазу, підключеним до низьковольтних електропостачальних систем загальної призначеності : ДСТУ EN 61000-3-12:2014 [Чинний від 2016.01.01]. – К. : Мінекономрозвитку України, 2014 (Національний стандарт України).

10. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения : ГОСТ 13109-97 [Чинний від 2000.01.01]. (Міждержавний стандарт).

11. Саенко Ю. Л. Методы компенсации реактивной мощности в сетях с нелинейными нагрузками /Ю. Л. Саенко, Т. К. Бараненко, Е. В. Бараненко // Вісник Приазовського державного технічного університету : збірник наукових праць. – Маріуполь, 2013. – Вип. 26. – С. 204–210.

12. Глива В. А. Джерела гармонік магнітного поля у будівлях і спорудах та мінімізація їх рівнів / В. А. Глива, В. Г. Здановський, Л. О. Левченко, Т. М. Перельот // Проблеми охорони праці в Україні: збірник наукових праць. – К. : 2015. – Вип. 29. – С. 48–58.

13. Системи передавання сигналів у низьковольтних установках діапазону частот від 3 кГц до 148,5 кГц. Частина 1. Загальні вимоги, смуги частот і електромагнітні збурення: ДСТУ EN 565-1:2014 [Чинний від 2016.01.01]. – К. : Мінекономрозвитку України, 2014 (Національний стандарт України).

14. Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність у застосуванні до залізниць. Частина 2. Випромінювання перешкод всієї залізничної системи в навколишнє середовище : ДСТУ EN 50121-2:2014 [Чинний від 2016.01.01]. – К. : Мінекономрозвитку України, 2014 (Національний стандарт України).

15. Обладнання інформаційних технологій. Характеристики радіозавад. Норми і методи вимірювання : ДСТУ EN 55022:2014 [Чинний від 2016.01.01]. – К. : Мінекономрозвитку України, 2014 (Національний стандарт України).

16. Обладнання інформаційних технологій. Характеристики несприятливості до завад. Норми і методи вимірювання : ДСТУ EN 55024:2014 [Чинний від 2016.01.01]. – К. : Мінекономрозвитку України, 2014 (Національний стандарт України).

Дата подання статті до збірника – 19.10.15
Рецензент – д-р техн. наук Глива В. А.

УДК 331.45:621.7

А. О. Лукьяненко, канд. техн. наук
(Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ СВАРОЧНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

У статті представлені хімічні реакції в зварювальній дузі, які мають суттєвий вплив на властивості наплавного металу і на технологічні властивості дуги, а також призводять до утворення специфічних токсичних речовин (сполук), зварювальних аерозолів і газів, які в свою чергу негативно впливають на здоров'я зварників. Процеси їх утворення і поширення необхідно враховувати при організації робочого місця, створенні сучасних засобів захисту та менш токсичних марок електродів.

Ключові слова: *шкідливі речовини, зварювальний аерозоль, хімічні процеси.*

В статье представлены химические реакции в сварочной дуге, которые имеют существенное влияние на свойства наплавного металла и на технологические свойства дуги, а также приводят к образованию специфических токсичных веществ (соединений), сварочных аэрозолей и газов, которые, в свою очередь, негативно влияют на здоровье сварщиков. Процессы их образования и распространения необходимо учитывать при организации рабочего места, создании современных средств защиты и менее токсичных марок электродов.

Ключевые слова: *вредные вещества, сварочный аэрозоль, химические процессы.*

This review article describes a chemical reaction in arc welding, which have a significant influence on the properties of the filler metal and to the technological properties of the arc, and also lead to the formation of specific toxic substances (compound), welding fumes and gases, which in turn adversely affect the health of welder. The processes of formation and distribution which must be taken into account in the organization of the workplace, the establishment of modern means of protection, and less toxic brands electrodes.

Keywords: *hazardous substances, welding aerosol, chemical processes.*

Несмотря на постоянное совершенствование способов сварки и сварочных материалов, существует много нерешённых проблем как в

вопросах защиты окружающей среды, так и оздоровления условий труда сварщиков. Наличие опасных и вредных производственных факторов является неотъемлемым негативным следствием сварочного процесса. Среди них наибольшую угрозу для здоровья сварщиков представляет сварочный аэрозоль (далее – СА), от которого сварщик всё ещё защищен очень слабо [1]. Поэтому профессия сварщика во всем мире считается опасной для здоровья, тяжелой и не престижной, а вопросы по охране труда остаются актуальной гигиенической проблемой.

Многочисленными исследованиями доказано, что на образование СА, содержащего вредные вещества в виде твердой и газообразной составляющей сварочного аэрозоля, влияют способ сварки и вид сварочного оборудования, технологические параметры режимов сварки (сила сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электрода), химический состав сварочных материалов и защитных газов. Само же действие химического вещества зависит от его токсичности, концентрации и времени воздействия. Многие вещества не имеют запаха, и даже в опасной концентрации их наличие не ощущается. Установлено, что повышенная температура воздуха, как правило, ускоряет процесс токсического отравления организма.

Химические вещества проникают в организм человека с вдыхаемым воздухом и абсорбируют через глаза и кожу, всасываются в пищеварительном тракте. Химические вещества, любым способом проникшие в организм, попадают в кровь и распространяясь, повреждают его органы.

Факторами загрязнения воздуха производственных помещений при сварке могут быть пыль (в состоянии аэрозоля), газы и пары металлов.

В формировании условий труда сварщиков независимо от вида выполняемых работ, доминирующая роль принадлежит химическому фактору. Так, 87 % опрошенных сварщиков как ведущий опасный фактор на производстве выделяют вредные «пары» и «газы» [2]. Поэтому, с целью исследования процессов образования сварочных аэрозолей выполнен анализ возможных химических реакций, протекающих при высоких температурах в зоне сварочной дуги, которые приводят к образованию специфических токсичных веществ (соединений). Наиболее токсичными веществами в составе сварочных аэрозолей, применяемых в промышленности черных, в частности легированных металлов при их дуговой сварке, являются соединения железа, хрома, никеля, марганца, фтора и т. п., а также фтористые газы, O_3, NO_2 и др.

Химические свойства сварочного дыма могут быть очень сложными. Разные чистые металлы, используемые при сварке, при одинаковой температуре, испаряются с разной скоростью, зависящей от давления их паров. Большинство сварочных материалов являются сплавами металлов, которые могут содержать железо, марганец, кремний, хром, никель и др. В дыме, образующемся при сварке

электродами из нержавеющей стали, содержится около 20 % хрома и 10 % никеля. А при сварке малоуглеродистой стали около 80 % дыма образуется из железа, есть некоторое количество марганца, но нет хрома и никеля. Скорость испарения этих электродов также зависит от их концентрации в сплаве [3].

Рассмотрим химические свойства некоторых веществ.

Химические свойства характеризуют способность металлов и сплавов сопротивляться окислению или вступать в соединение с различными веществами: кислородом воздуха, растворами кислот, щелочей и др. Чем легче металл вступает в соединение с другими элементами, тем быстрее он разрушается. Химическое разрушение металлов под действием на их поверхность внешней агрессивной среды называют коррозией. Химические свойства металлов обязательно учитываются при изготовлении тех или иных изделий. Особенно это относится к изделиям или деталям, которые работают в химически агрессивных средах [4].

Химические свойства железа. Кислород является наиболее вредной примесью в зоне сварки, так как окисляет элементы, входящие в состав металла шва, и ухудшает его качество, образуя химические соединения – окислы. С железом кислород образует три окисла:

$2Fe+O_2 \leftrightarrow 2FeO$ – закись железа

$2Fe+1{,}5O_2 \leftrightarrow Fe_2O_3$ – окись железа

$3Fe+2O_2 \leftrightarrow Fe_3O_4$ – закись-окись железа

При наличии в свариваемом металле нескольких элементов они начинают окисляться все одновременно, но те элементы, у которых сродство к кислороду при данной температуре больше, будут окисляться интенсивнее и полнее.

При сварке стали в первую очередь окисляется железо, которое является основным элементом. Другие элементы окисляются тем быстрее, чем больше химическое сродство данного элемента с кислородом. По степени уменьшения химического сродства с кислородом элементы могут быть распределены следующим образом: алюминий, титан, кремний, марганец, хром, молибден, железо, никель, медь. Углерод при повышении температуры увеличивает активность к кислороду и при 1700° С превышает своей активностью титан, а при 2100° С – алюминий.

При сварке стали окисление железа может происходить также под действием кислорода газов CO, CO_2 и паров воды H_2O по реакциям:

$$Fe+CO \leftrightarrow FeO+C,$$

$$Fe+CO_2 \leftrightarrow FeO+CO,$$

$$Fe+H_2O \leftrightarrow FeO+H_2 .$$

Марганец и кремний, обладающие высоким сродством к кислороду, могут интенсивно выгорать при сварке стали. Выгорание углерода при сварке стали протекает по реакциям:

$$Fe_3C+1/2O_2 \leftrightarrow 3Fe+CO,$$

$$Fe_3C+O_2 \leftrightarrow 3Fe+CO_2 .$$

Главным условием получения наплавленного металла высокого качества является защита его от окисления кислородом окружающей среды. Это достигается созданием вокруг расплавленного металла защитной среды из газов и шлаков, а также раскислением металла шва.

Процесс удаления кислорода из наплавленного металла с целью повышения его качества называется раскислением. Реакции раскисления выражаются тем же уравнением, что и окисления, но протекают в обратном порядке, т. е. справа налево.

Закись железа, закись марганца и двуокись кремния по химическим свойствам являются основаниями и могут вступать в реакцию с кислотными окислами, образуя соединения типа $2FeO\text{-}SiO_2$, $2MnO \bullet SiO_2$ (силикаты) и $2FeO \bullet TiO_2$ (титанаты). Эти соединения почти не растворимы в жидком металле и полностью остаются в шлаке, что способствует очистке металла от указанных окислов.

Окислы по химическим свойствам могут быть кислые и основные. К кислым относятся: двуокись кремния (SiO_2) и двуокись титана (TiO_2). К основным – окись кальция (CaO), закись железа (FeO), закись марганца (MnO), окись натрия (Na_2O), окись калия (K_2O) и окись магния (MgO).

Раскисление углеродом происходит по реакции:

$$FeO_{МеТ} + C_{мет} = Fe_{МеТ} + CO_{атм} .$$

Образовавшаяся газообразная окись углерода (CO) выделяется в атмосферу, вызывая сильное кипение сварочной ванны. Поэтому кислые покрытия иногда называют кипящими.

Азот поглощается расплавленным металлом из окружающего воздуха. Под действием высоких температур сварочной дуги азот частично переходит в атомарное состояние и растворяется в жидком металле. В процессе охлаждения сварочной ванны азот выделяется из раствора и, взаимодействуя с металлом и его окислами, образует химические соединения, называемые нитридами: Fe2N, Fe_4N, MnN, SiN.

Химические свойства хрома. Хром – один из важнейших легирующих элементов, применяемых в черной металлургии. Добавка хрома к обычным сталям (до 5 % Cr) улучшает их физические свойства и делает металл более восприимчивым к термической обработке, а шарикоподшипниковая сталь приобретает высокую износостойкость. Высокохромистые стали, содержащие 25...30 % Cr, имеют особую устойчивость к окислению при высокой температуре. Их применяют для

изготовления деталей нагревательных печей [5]. Хром на холоде очень инертный, а при нагревании взаимодействует с кислородом, галогенами, азотом, углеродом, серой и др. :

$$4Cr + 3O_2 = 2Cr_2O_3 ,$$

$$2Cr + 3Cl_2 = 2CrCl_3 ,$$

$$2Cr + 3S = Cr_2S_3 ,$$

$$2Cr + N_2 = 2CrN .$$

Известны также многочисленные оксиды хрома, переходящие при нагревании друг в друга (с отщеплением кислорода):

$$CrO_3 \xrightarrow{220^o} Cr_3O_8 \xrightarrow{280^o} Cr_2O_5 \xrightarrow{370^o} CrO_2 \xrightarrow{450^o} Cr_2O_3 ,$$

например: $Na_2Cr_2O_7 + 2H_2SO_4 = 2CrO_3 + 2NaHSO_4 + H_2O$.

Амфотерные элементы, имеющие в соединениях несколько степеней окисления, свои амфотерные свойства характерно проявляют для промежуточной степени окисления (например, как у хрома с тремя известными степенями окисления):

(+2) – у веществ преобладают основные свойства:

$$[Cr^{(II)} \rightarrow CrO,\ Cr(OH)_2 \rightarrow CrSO_4] ,$$

(+3) – у веществ кислотные и основные свойства выражены примерно в равной степени

$$[Cr^{(III)} \rightarrow Cr_2O_3,\ Cr(OH)_3 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3,\ \ KCrO_2],$$

(+6) – у веществ преобладают кислотные свойства

$$[Cr^{(VI)} \rightarrow CrO_3,\ H_2CrO_4 \rightarrow K_2CrO_4].$$

Способы получения амфотерных оксидов следующие:

* гидроксидов:

$2Cr(OH)_3 \rightarrow Cr_2O_3 + 3H_2O$ (гидроксиды щелочных металлов, кроме LiOH, плавятся, не разлагаясь);

* высших оксидов и ангидридов:

$$4CrO_3 = Cr_2O_3 + 3O_2\uparrow.$$

Свойства оксидов одного и того же химического элемента закономерно изменяются от основных к кислотным, например:

$$CrO^{(основной)} \rightarrow Cr_2O_3{}^{(амфотерный)} \rightarrow CrO_3{}^{(кислотный)}$$

$$(2CrHg + O_2 = 2CrO + 2Hg).$$

Химические свойства никеля. Никель образует соединения со степенью окисления +2 и +3. При этом никель со степенью окисления +3 – только в виде комплексных солей. Для соединений никеля +2 известно большое количество обычных и комплексных соединений. Оксид никеля Ni_2O_3 является сильным окислителем.

Никель характеризуется высокой коррозионной стойкостью – устойчив на воздухе, в воде, в щелочах, в ряде кислот. Химическая стойкость обусловлена его склонностью к пассивации – образованию на его поверхности плотной оксидной пленки, которая имеет защитное действие. Никель активно растворяется в азотной кислоте. С оксидом углерода CO никель легко образует летучий и весьма ядовитый карбонил $Ni(CO)_4$.

С кислородом кобальт и никель образуют оксиды NiO с основными свойствами. Эти оксиды не растворяются в воде, не взаимодействуют со щелочами, но легко реагируют с кислотами, образуя соли Ni (II).

Никель горит только в виде порошка. Образует два оксида NiO и Ni_2O_3 и соответственно два гидроксида $Ni(OH)_2$ и $Ni(OH)_3$ [6].

Химические свойства марганца. Химически Mn достаточно активен, при нагревании энергично взаимодействует с неметаллами – кислородом (образуется смесь оксидов Mn разной валентности), азотом, серой, углеродом, фосфором и другими. При комнатной температуре Mn на воздухе не изменяется: очень медленно реагирует с водой. В кислотах (соляной, разбавленной серной) легко растворяется, образуя соли двухвалентного Mn. При нагревании в вакууме Mn легко испаряется даже из сплавов [7].

Соединения Mn(+4) могут выступать и как окислители (а), и как восстановители (б):

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O \qquad (а)$$

(по этой редакции в лабораториях получают хлор)

$$MnO_2 + KClO_3 + 6KOH = 3K_2MnO_4 + KCl + 3H_2O \qquad (б)$$

(реакция идет при сплавлении).

При нагреве высших оксидов отщепляется кислород (O_2) и ступенчато образуются низшие оксиды, например:

$$MnO_2 \xrightarrow{600^o} Mn_2O_3 \xrightarrow{950^o} Mn_3O_4 \xrightarrow{1300^o} MnO$$

$$(KMnO_4 + H_2O_2 \rightarrow MnO_2 + KOH + 2O_2\uparrow).$$

Химические свойства фтора. Фтор – самый активный из всех металлоидов. Подавляющее большинство металлов сочетается с фтором уже при обычных условиях. Однако взаимодействие часто ограничивается появлением поверхностной пленки фтористого

соединения, которая предохраняет металл от дальнейшего разложения [8].

Так как фтористые производные металлоидных элементов обычно легколетучи, их образование не защищает поверхность металлоида от дальнейшего действия фтора. Поэтому взаимодействие часто протекает значительно энергичнее, чем со многими металлами. Например, кремний, фосфор и сера воспламеняются в газообразном фторе. Аналогично ведет себя аморфный углерод (древесный уголь), тогда как графит реагирует лишь при температуре красного каления. С азотом и кислородом фтор непосредственно не соединяется.

От водородных соединений других элементов фтор отнимает водород. Большинство оксидов им разлагается с вытеснением кислорода, в частности, вода взаимодействует по схеме:

$$F_2 + H_2O \rightarrow 2HF + O_2,$$

причем вытесняемые атомы кислорода соединяются не только друг с другом, но также частично с молекулами воды и фтора. Поэтому помимо газообразного кислорода, при этой реакции всегда образуются пероксид водорода и оксид фтора (F_2O). Последний представляет собой бледно-желтый газ, похожий по запаху на озон [9].

К реакциям, в которых фтор формально является восстановителем, относятся реакции разложения высших фторидов, например

$$2CoF_3 \rightarrow 2CoF_2 + F_2$$

$$MnF_4 \rightarrow MnF_3 + 1/2F_2\,.$$

Химические свойства щелочных металлов (K, Na, Li). Натрий и калий имеют высокую химическую активность и являются сильными восстановителями. На воздухе натрий и калий легко окисляются. Продуктами реакции являются соответствующие оксиды и пероксиды этих элементов [8]:

$$4Na + O_2 = 2Na_2O,$$

$$2Na + O_2 = Na_2O_2,$$

$$4K + O_2 = 2K_2O,$$

$$K + O_2 = KO_2.$$

Натрий и калий активно реагируют с галогенами с выделением света. При взаимодействии натрия с хлором образуется хлорид натрия

$$2Na + Cl_2 = 2NaCl.$$

Продуктами реакций натрия и калия с серой являются сульфаты этих элементов, например:

$$2K + S = K_2S.$$

При взаимодействии натрия и калия с водой образуется соответствующая щелочь и газообразный водород. Натрий реагирует с водой достаточно активно:

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow.$$

Реакция калия с водой происходит более активно с возможным самовозгоранием водорода:

$$2K + 2H_2O = 2KOH + H_2.$$

Литий образует оксид Li_2O (пероксид Li_2O_2 получается только косвенным путем).

С водой реагирует менее энергично, чем другие щелочные металлы, при этом образуются гидроксид LiOH и водород. Литий соединяется с галогенами (с йодом при нагревании), образуя галогениды (важнейший – хлорид лития). При нагревании с серой литий дает сульфид Li_2S, а с водородом – гидрид лития. С азотом литий медленно реагирует уже при комнатной температуре, энергично – при 250°С с образованием нитрида Li_2N [10].

Бинарные соединения лития Li_2O, LiH, Li_3N, Li_2C_2, LiCl и другие, а также LiOH весьма реакционно способны; при нагревании или плавлении они разрушают многие металлы, фарфор, кварц и другие материалы.

С некоторыми металлами (Mg, Zn, Al) образует твердые растворы значительной концентрации, со многими – интерметаллиды (LiAg, LiHg, $LiMg_2$, LiAl и многие другие). Последние часто весьма твердые и тугоплавкие, немного меняются на воздухе; некоторые из них – полупроводники.

Вместе с пылью в производственной среде распространяются вредные газы, которые при определенных условиях могут привести к внезапному отравлению людей. Как правило, они не определяются визуально и во многих случаях не имеют запаха, поэтому являются опасными.

Во время сварочного процесса, в воздух рабочей зоны кроме СА поступает также смесь газов (CO_2, CO, HF, SiF_4 ,TiF_4 и др.), которые образуются при термической диссоциации газошлакообразующих компонентов – эти компоненты входят в состав сварочных материалов, или в результате фотохимического действия ультрафиолетового излучения сварочной дуги на молекулы газов защитной атмосферы и окружающего дугу воздуха (NO, NO_2, O_3) [1].

При сварке в защитных газах состав газообразных веществ, которые образуются, определяется составом защитной смеси. Основной причиной образования токсичного монооксида углерода при сварке в CO_2 является диссоциация последнего при высокой температуре сварочной дуги:

$$CO_2 \leftrightarrow CO + {}^1/_2O_2\,.$$

При выходе из зоны высоких температур монооксид углерода снова объединяется с кислородом и озоном, превращаясь в диоксид углерода:

$$CO+O_3 \rightarrow CO_2 + O_2.$$

Монооксид углерода может образовываться также при восстановлении углерода из его диоксида металлом и в результате термической диссоциации газообразующих карбонатов в составе шлакообразующих компонентов сварочных материалов.

Углекислый газ и угарный газ образуются при разложении органических соединений, входящих в покрытие электрода, из компонентов порошковой проволоки и неорганических карбонатов в покрытии электрода. Угарный газ часто образуется при сварке стали, когда в покрытии электрода есть карбонат кальция ($CaCO_3$, известь), или при дуговой сварке в защитном газе, когда как защитный газ используется углекислый газ или смесь углекислого газа с аргоном. При большой температуре в сварочной дуге и у поверхности расплавленного металла углекислый газ превращается в химически более стабильный угарный газ [3].

Монооксид азота появляется в результате высокотемпературного окисления азота воздуха, который окружает дугу:

$$N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO.$$

Под влиянием ультрафиолетового излучения дуги монооксид азота окисляется кислородом воздуха до отравляющего диоксида азота [1]:

$$2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2.$$

Некоторые из образующихся веществ существуют только в определенном диапазоне температур. При сварке в защитных газах в интервале температур 2000…5000 К в атмосфере дуги появляется гидроксил, его максимальная концентрация (1,14 мас. %) наблюдается при температуре около 3000 К. Гидроксил при попадании в область пониженных температур быстро разлагается с образованием паров воды и кислорода, не представляя опасности для здоровья.

Оксид углерода появляется при температуре 2000 К. Его максимальное значение (4,2 %) обнаруживается при сварке в среде Ar+5 % CO_2 при температуре 4000 К. В газовых смесях Ar+10 % CO_2, Ar+15 % CO_2, Ar+20 % CO_2 при температуре 5000 К количество CO увеличивается. Это же происходит с оксидом углерода при температуре 4000 К в защитной среде Ar+25 % CO_2, Ar+30 % CO_2, Ar+35 % CO_2 [11].

Таким образом, химические реакции в сварочной дуге имеют существенное влияние на свойства наплавного металла и на технологические свойства дуги, а также приводят к образованию специфических токсичных веществ (соединений) и поэтому заслуживают тщательного изучения. В свою очередь, исследования образования вредных сварочных аэрозолей и газов в воздухе рабочей зоны позволяют

обеспечить определенную защиту сварщика путем выбора менее токсичных марок электродов (разработкой сварочных материалов с пониженной токсичностью), использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания сварщиков и эффективных устройств очистки воздуха (от аэрозолей и газов) нового поколения.

Список литературы

1. Левченко О. Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві : Навчальний посібник / О. Г. Левченко. – К. : Основа, 2004. – 98 с.

2. Горбань Л. М., Тімошина Д.П. Фактори професійного ризику робітників сучасного зварювального виробництва та шляхи оптимізації умов їх праці. – Гігієнічна наука та практика на рубежі століть. Матеріали XIV з'їзду гігієністів України /під ред. Ю. І. Кундієва, А. М. Сердюка, Є. Г. Гончарука, О. В. Лапушенко. – Т. ІІ. – К., 2004. – С. 69–71.

3. James M. Antonini Health Effects of Welding. – Critical Reviews in Toxicology (2003). – Том 33(1), стр. 61–103.

4. Козлов Ю.С. Материаловедение. – М. : Агар, Санкт-Петербург : Лань, 1999.

5. Неорганические соединения хрома : Справочник / В. А. Рябин, М. В. Киреева, Н. А. Берг . – Л. : Химия, 1981. – 208 с.

6. Нікель: в 3-х томах. Т. 2. Окислені нікелеві руди. Характеристика руд. Пірометалургія і гідрометалургія окислених нікелевих руд / І. Д. Рєзнік, Г. П. Єрмаков, Я. М. Шнеєрсон. – М. : ООО Наука та технології, 2004. – 468 с. – ISBN 5-93952-004-9.

7. Электрохимия марганца, Т. 1–8, Тб., 1957–1979. Химическая энциклопедия // в 5 т. : т. 3 : Меди / Полимерные / Редколл. : И. Л. Кнунянц (гл. ред.) и др. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1992. – 639 с.

8. Рисс І. Г. Хімія фтору і його неорганічних сполук / І. Г. Рисс. – М. : Госхіміздат, 1966. – 718 с.

9. Фролов В. В. Химия / В. В. Фролов. – М. : Высшая школа, 1986, – 435 с.

10. Лупачева Е. А. Образование биологически активных веществ в зоне горения дуги при сварке в защитных газах / Е. А. Лупачева // Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве : труды 1-й международной научно-практической конференции. – Одесса : «Астропринт». – 2002. – С. 449–455.

Дата подання статті до збірника – 19.10.2015
Рецензент – д-р техн. наук Кружилко О.Є.

УДК 622.245:331.45

І. І. Логінова, канд. техн. наук
(ДУ «ННДІПБОП»)

ТРАВМАТИЗМ І АВАРІЙНІСТЬ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ В ГІРНИЧОРУДНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті досліджено стан виробничого травматизму під час здійснення окремих технологічних процесів для розроблення та упровадження науково обґрунтованих пропозицій щодо збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Проведено аналіз аварійності та виробничого травматизму на підприємствах гірничорудної промисловості. Розглянуто основні причини травмування робітників на збагачувальних підприємствах та основні заходи щодо запобігання виробничому травматизму.

Ключові слова: *безпека праці, виробничий травматизм, аварійність, переробка мінеральної сировини, збагачувальні підприємства.*

В статье исследовано состояние производственного травматизма при осуществлении отдельных технологических процессов для разработки и внедрения научно обоснованных предложений по сохранению здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Проведен анализ аварийности и производственного травматизма на предприятиях горнорудной промышленности. Рассмотрены основные причины травмирования рабочих на обогатительных предприятиях и основные мероприятия по предотвращению производственного травматизма.

Ключевые слова: *безопасность труда, производственный травматизм, аварийность, переработка минерального сырья, обогатительные предприятия.*

The paper investigates the state of occupational injuries in the course of separate processes for the development and implementation of scientifically based proposals for the preservation of health and disability rights in the workplace. The analysis of accident and injury on mining industry. The main causes of injury to workers enrichment plants and basic measures to prevent occupational injuries

Keywords*: safety, occupational injuries, accidents, mineral processing, enrichment plants.*

Актуальність теми дослідження. Гірничодобувна (гірнича) галузь промисловості включає виробництва з розвідки родовищ корисних копалин, їх видобування з надр і первинної переробки.

Оскільки в гірничодобувній промисловості технологічні процеси з видобування та переробки корисних копалин є основою промислового потенціалу, особливу увагу в умовах ринкових методів господарювання споживачі приділяють вимогам щодо якості кінцевого продукту. У зв'язку з цим актуального значення набуває роль збагачувальних виробництв у загальному технологічному процесі видобутку корисних копалин.

Єдиним документом, який визначає поняття переробки мінеральної сировини, є Кодекс України «Про надра», що набрав чинності Постановою Верховної Ради України від 27.07.1994 р. № 133/94-ВР, де в статті 51 викладено вимоги до порядку розробки родовищ твердих, рідких і газоподібних корисних копалин і переробки мінеральної сировини, а в статті 53 зазначено, що при переробці мінеральної сировини слід забезпечувати:

- додержання технологічних схем переробки мінеральної сировини, що забезпечують раціональне та комплексне вилучення корисних компонентів;
- облік і контроль за розподілом корисних компонентів на різних стадіях переробки та ступенем їх вилучення з мінеральної сировини;
- вивчення технологічних властивостей та складу мінеральної сировини, проведення дослідно-технологічних випробувань з метою удосконалення технології переробки мінеральної сировини;
- раціональне використання відходів переробки (шламу, пилу, стічних вод тощо);
- складування, облік і зберігання відходів виробництва, що містять корисні компоненти і тимчасово не використовуються.

З іншого боку, Закон України «Про охорону праці» першочерговим завданням визначає забезпечення безпечних, нешкідливих і сприятливих умов праці через вирішення багатьох завдань, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Збагачення корисних копалин – сукупність технологічних процесів (первинна переробка – дроблення, подрібнення, грохочення та процесів збагачення – гравітаційне, магнітне, електричне, флотаційне, бактеріальне тощо), має своєю метою відділення всіх цінних мінералів від пустої породи, а також взаємне розділення цінних мінералів.

Первинна переробка – заключна ланка у загальній технології отримання мінеральної сировини. Без неї більшість корисних копалин на цей час не може бути перетворена на товарний продукт, який відповідає кондиціям на сировину для хіміко-металургійної переробки або для безпосереднього використання як готового матеріалу та не може бути залучена до сфери суспільного виробництва.

Стан діяльності збагачувальних підприємств у сфері промислової безпеки так чи інакше проявляється через виробничий травматизм і професійні захворювання. Проблема захисту здоров’я робітників на гірничодобувних підприємствах є однією з найбільш важливих.

Метою роботи є дослідження стану виробничого травматизму під час здійснення окремих технологічних процесів для розроблення та впровадження науково обґрунтованих пропозицій щодо забезпечення захисту здоров'я та життя працюючих.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження здійснювалось шляхом узагальнення та аналізу матеріалів за звітами Державної служби статистики України [1], матеріалів розслідувань нещасних випадків на виробництві зі смертельним наслідком у 2010...2013 рр., які стались на об’єктах переробки мінеральної сировини, публікацій у засобах масової інформації тощо з опрацюванням відповідних висновків і пропозицій.

Під час дослідження використано методи наукової абстракції, порівняльного та функціонального аналізу, а також методи групування та узагальнення.

Сучасний стан питання та результати досліджень.

Вивчення світового досвіду збагачення корисних копалин, аналіз технологічних процесів їх переробки, насиченість сучасними високопродуктивними агрегатами, дають підставу вважати, що травматизм і аварійність на збагачувальних підприємствах залишаються досить високими.

Причини виробничого травматизму та аварійності можна розділити на 4 основні групи: організаційні (невідповідна умовам праці тривалість робочої зміни; незадовільні навчання та атестація працівників за знаннями безпечних прийомів роботи та інших виробничих факторів; формальне проведення інструктажів працівників з питань виробничої безпеки тощо), технічні (наявність відкритих рухомих частин технологічного обладнання; незадовільний стан захисних огороджень і екранів; відсутність або незадовільний стан запобіжних пристроїв і блокувань тощо), санітарно-гігієнічні (перевищення нормативних параметрів пилу, шуму, вібрації, неіонізуючих електромагнітних та іонізуючих випромінювань; незадовільний стан світлового клімату; відсутність або незадовільний стан засобів індивідуального захисту тощо), особистісні (професійна некомпетентність, відсутність досвіду роботи на конкретному робочому місці; емоційна нестійкість тощо).

Поряд із підвищенням автоматизації та механізації виробництва небезпека травм не зменшується. Сучасне технологічне та транспортне обладнання потребує постійної присутності обслуговуючого персоналу, спостереження, регулювання, технологічного контролю та своєчасного ремонту. Значну частину часу (від 30 до 40 %) робітники основних технологічних професій зайняті прибиранням робочих місць, а також усуненням несправностей.

Основними причинами травмування робітників на збагачувальних підприємствах у 70…80 % випадків є причини організаційного та технічного характеру, до яких належать: незадовільний стан робочого місця (захаращеність), неуважність і необережність при виконанні робіт, роботи зі знятими огородженнями, порушення вимог щодо охорони праці, застосування підручних засобів замість спеціальних інструментів, нехтування захисними засобами і елементарними правилами виробничої безпеки, незадовільна організація робіт внаслідок недостатньо чіткого інструктажу. Одна з домінуючих причин травмування – необережність та неуважність потерпілих, яка обумовлена стомленням під впливом несприятливих факторів санітарно-гігієнічного характеру (підвищеним шумом, запиленістю, недостатньою освітленістю робочих місць тощо).

Досвід експлуатації конвеєрів свідчить про те, що небезпеки травмування знаходяться, головним чином, в місцях взаємного набігання рухомих частин.

Прибирання просипу – одна з найбільш травмонебезпечних ситуацій під час обслуговування стрічкових конвеєрів, тому що працівник знаходиться в проході, ширина якого недостатня. Під час виконання цієї операції стається більше 30 % випадків травмування.

Причини просипання матеріалу з конвеєрів це: перевантаження; занижена ширина стрічки та викривлення її осі через неправильне з’єднання кінців стрічки під час стикування; викривлення опорної рами конвеєра під час монтажу; налипання частинок транспортованого матеріалу на поверхню стрічки, роликів і барабана. Найчастіше просипання утворюється на розвантажувальних і завантажувальних барабанних вузлах, а також на опуклих ділянках траси конвеєра. Утворенню просипань також сприяють клепані з’єднання та латки на стрічці.

З досвіду проведення монтажних і ремонтних робіт відомо, що до 28 % нещасних випадків стається під час доставки матеріалів і конструкцій, а також під час проведення вантажопідйомних робіт із застосуванням ручних механізмів. Проведення зварювальних робіт пов’язане з небезпекою ураження очей та опіків відкритих частин шкіри ультрафіолетовим і інфрачервоним випромінюванням, а також розпеченими та розплавленими частинками металу, ураженням органів дихання газами, що виділяються. Невиконання основних вимог виробничої безпеки під час проведення вогневих робіт може призвести як до ураження людини, так і до пожежонебезпечної ситуації на місці виконання робіт.

Відсутність зручних обслуговуючих майданчиків для доступу до окремих вузлів механізмів, незадовільний технічний стан машин внаслідок їх фізичного зносу та недостатньої системи профілактики, відсутність автоматичної сигналізації в режимі місцевого пуску, обслуговування допоміжного обладнання без спеціальних пристроїв та інструментів –

причини технічного характеру, що призводять більш ніж до 20 % нещасних випадків. Недотримання працівниками вимог виробничої безпеки, слабкий контроль з боку технічного персоналу, незручні умови праці також сприяють настанню травмонебезпечних ситуацій. Проведення зварювальних робіт у вологих і важкодоступних місцях, невикористання вантажопідйомних засобів під час монтажу та демонтажу обладнання призводять до травм різного ступеня важкості.

Під час обслуговування комплексу вантаження (бункера вантаження) найбільш травмонебезпечними операціями є операції з чищення бункерів, відкривання бункерних затворів, усунення забивання випускних отворів бункерів, очищення вагонів, а також маневрові операції з пересування та установки вагонів, прибирання просипу конвеєра та залізничних шляхів.

На ділянках приймання та вантаження сировини частка нещасних випадків з організаційних причин становить 67 %, із них найбільша кількість травм обумовлена порушенням інструкцій з охорони праці (до 26 %), неправильними та небезпечними прийомами роботи, застосуванням несправного інструменту, незадовільною організацією робіт (до 25 %). Значну частину травм обумовлено неуважністю та необережністю працюючих (до 16 %) [2].

Забрудненість виробничої атмосфери пилом і парами реагентів, підвищена вологість приміщення є основними причинами виникнення захворювань органів дихання. У зв’язку із значним виділенням пилу знижується рівень як природної, так і штучної освітленості робочих місць, підвищується ризик настання травмонебезпечної ситуації. Недостатня ефективність роботи припливно-витяжної вентиляції та нечасті вологі прибирання призводять до наявності в неробочих місцях пилових хмар, що ускладнюють роботу та сприяють виникненню професійних захворювань.

Несприятливі умови роботи – підвищений рівень шуму, недостатня освітленість робочого місця, вібрація, що характеризують робочі місця збагачувальних підприємств, – також стають причинами нещасних випадків, внаслідок негативного впливу на організм працюючих – підвищеної стомлюваності, зниження уваги та координації рухів. Ступінь шкідливості впливу від шуму залежить від інтенсивності звуку, звукового тиску, частоти звуку та часу його впливу.

Тривала дія інтенсивного шуму та вібрації має шкідливий вплив на організм людини. У разі, коли рівень шуму більше ніж 95 дБ, підвищується ймовірність появи у робітників нервових, серцево-судинних захворювань, виразкової хвороби, підвищується ризик травмонебезпечної ситуації з причини неуважності та необережності.

Погодно-кліматичні умови також є важливим фактором, що впливає на фізичний і емоційний стан людей. Перепади тиску впродовж доби,

тривала холодна зима та спекотне літо, тумани мають негативний вплив на самопочуття людей, їх настрій та емоційний заряд

У Конституції України за державою закріплено турботу про охорону праці, її наукову організацію. На цей час в Україні існує розвинена система органів з управління охороною праці, діють закони, нормативи, правила, стандарти, що організовують і визначають діяльність людей в трудовому процесі, удосконалюють і здійснюють соціальні, технічні, економічні, санітарно-гігієнічні та ергономічні заходи, спрямовані на запобігання аваріям, профілактику виробничого травматизму та професійних захворювань.

З метою запобігання (профілактики) травматизму й аварійності необхідно проводити аналіз всіх випадків їх прояву.

Розглянемо ряд прикладів настання нещасних випадків в окремих виробництвах переробних підприємств у Криворізькому залізорудному басейні, що мали місце за останні 4 роки.

Зокрема, у 2010 році нещасні випадки сталися на таких підприємствах:

ПАТ «Інгулецький ГЗК» – через невиконання посадових обов'язків щодо дотримання вимог безпечного ведення робіт внаслідок дії деталей обладнання, що обертаються, було травмовано електрогазозварника дробильної фабрики.

ПАТ «Полтавський ГЗК» – через невиконання посадових обов'язків щодо дотримання вимог безпечного ведення робіт внаслідок обрушення породи травмовано дробильника.

ПАТ «Центральний ГЗК» – через невиконання вимог інструкцій з охорони праці внаслідок обрушення породи і падіння в ємність було травмовано сепараторника та дробильника.

ПАТ «Південний ГЗК» – через конструктивні недоліки засобів виробництва внаслідок падіння травмовано машиніста конвеєра.

У 2011 році нещасні випадки сталися на підприємствах:

ПАТ «Північний ГЗК» через:

невиконання вимог інструкцій з охорони праці внаслідок падіння травмовано машиніста конвеєра;

порушення трудової та виробничої дисципліни внаслідок падіння з висоти смертельно травмовано працівника цеху № 1 з виробництва котунів.

ПАТ «Інгулецький ГЗК» – через невиконання посадових обов'язків щодо дотримання вимог безпечного ведення робіт внаслідок падіння травмовано машиніста конвеєра.

У 2012 році нещасні випадки сталися на підприємствах:

ПАТ «Інгулецький ГЗК» – через невиконання посадових обов'язків щодо дотримання вимог безпечного ведення робіт внаслідок падіння травмовано машиніста конвеєра.

ПАТ «Центральний ГЗК» – через незадовільний технічний стан засобів виробництва внаслідок дії деталей обладнання, що обертаються, було травмовано машиніста конвеєра.

ПАТ «Південний ГЗК» – через незадовільний технічний стан засобів виробництва внаслідок падіння в ємність було травмовано дробильника.

У 2013 році нещасні випадки сталися на підприємствах:

ПАТ «Полтавський ГЗК» – через невиконання посадових обов'язків щодо дотримання вимог безпечного ведення робіт внаслідок падіння конструктивних елементів устаткування травмовано слюсаря-ремонтника.

ПАТ «Північний ГЗК» – через:

особисту необережність потерпілого щодо дотримання вимог безпечного ведення робіт травмовано механіка фабрики;

невиконання вимог інструкцій з охорони праці та посадових обов'язків травмовано обидві ноги працівника технологічної колони автомобілів № 51.

Як видно з вищенаведених прикладів, рівень аварійності та виробничого травматизму досить високий через порушення технологічних режимів, вимог безпеки та виробничої санітарії, незадовільного навчання безпечним прийомам праці, формального проведення інструктажів з техніки безпеки, відсутності сучасних і ефективних засобів захисту від небезпеки.

Через високий рівень травматизму та професійної захворюваності на збагачувальних підприємствах, що має негативний вплив на рівень економічної ефективності їх функціонування, виникає нагальна необхідність у розробці заходів, що сприяють охороні життя та здоров'я працюючих у галузі.

Основні заходи щодо запобігання виробничому травматизму пов'язані із недопущенням трьох основних типів причин травматизму: технічних, організаційних, особистісних.

Усунення технічних причин можливе за умови удосконалення технологічних процесів, заміни обладнання, що має конструктивні недоліки та значну зношеність. Ефективними та суто технічними заходами безпеки є інженерні заходи захисту людей від джерел шкідливого впливу за допомогою ізоляції небезпечних елементів, а також установки бар'єрів між працівниками та потенційними джерелами травми.

Організаційні заходи безпеки включають захист працівників від джерел небезпечного та/чи шкідливого впливу за рахунок забезпечення працівників індивідуальними засобами захисту та раціональної тимчасової організації робочого процесу.

Велике значення у вдосконаленні роботи з охорони праці має управління якістю продукції, при якому вимушено усуваються недоліки в організації робочих місць та порушення технологічного регламенту, правил і норм транспортування, складування та зберігання продукції

переробки мінеральної сировини, планово-попереджувального ремонту обладнання, транспортних засобів та інструменту.

Запобігання особистісним причинам травмування пов'язано з підбором кадрів, а також постійним їх навчанням, інструктажем і вихованням, стимулюючи безпечну поведінку працівників.

Висновки

Результати проведеного дослідження дозволяють зробити висновки про те, що заходи, впровадження яких сприятиме запобіганню травматизму й аварійності, мають бути спрямовані на реалізацію таких основних вимог:

- удосконалення технічних систем (безпечні технологічні процеси та обладнання; застосування ефективних запобіжних пристроїв; використання блокувальних пристроїв тощо);
- удосконалення методів організації праці (якісне навчання та атестація працівників; ефективний розпорядок режимів праці та відпочинку; розробка планів профілактики виробничого травматизму та ліквідації аварійних ситуацій тощо);
- створення здорових санітарно-гігієнічних умов праці (зниження небезпечних і шкідливих виробничих факторів до нормативних величин; нормалізація світлового клімату і метеорологічний умов у приміщеннях; ефективна вентиляція виробничих приміщень тощо);
- розширення економічних способів впливу на стан травматизму і аварійності (стимулювання роботи без травм і аварій; компенсація збитку, заподіяного, наприклад, населенню виробничою аварією з фондів підприємства тощо);
- прогнозування появи небезпек і умов, за яких вони можуть впливати на працівників.

Список літератури

1. Травматизм на виробництві... у 2010...2013 роках // Статистичні бюлетені. – К. : Державна служба статистики України.

2. Корецкая Н. А. Разработка методики анализа риска аварий и производственных травм на обогатительных фабриках Севера (На примере ОФ «Нерюнгринская»): Автореферат дис. работы канд. техн. наук: 05.26.01: Кемерово, РГБ ОД, 61:04-5/2196. – 2004. – 88 с.

Дата подання статті до збірника – 27.08.2015
Рецензент – д- техн. наук Назаренко М.В.

УДК 331.46

О. Є. Кружилко, д-р техн. наук (*ДУ «ННДІПБОП»),*
О. В. Богданова, здобувач *(ДУ «ННДІПБОП»)*

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОВІДНИХ ТА КЕРОВАНИХ ІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ОЦІНКИ РИЗИКУ

Проведено дослідження результативності оцінки ризиків, запропоновано критерії її визначення згідно з вимогами BS OHSAS 18001:2007 для кожного з етапів проведення оцінки ризику. Застосовано провідні та керовані індикатори із шкалами оцінювання, що дозволяють визначити результативність оцінки ризику як низьку, середню або високу. Доведено практичну цінність результатів дослідження, які можуть бути використані для удосконалення процесу оцінки ризиків і підвищення результативності системи управління гігієною та безпекою праці організації.

Ключові слова: *результативність оцінки ризику, провідні та керовані індикатори, система управління гігієною та безпекою праці*

Проведено исследование результативности оценки рисков, предложены критерии ее определения в соответствии с требованиями BS OHSAS 18001:2007 для каждого из этапов проведения оценки риска. Применены ведущие и управляемые индикаторы со шкалами оценивания, позволяющие определить результативность оценки риска как низкую, среднюю или высокую. Доказано практическую ценность результатов исследования, которые могут быть использованы для совершенствования процесса оценки рисков и повышения результативности системы управления гигиеной и безопасностью труда организации.

Ключевые слова: *результативность оценки риска, ведущие и управляемые индикаторы, система управления гигиеной и безопасностью труда.*

It was conducted the study of the risk assessment performance; the criteria for its determination in accordance with the requirements of BS OHSAS 18001:2007 were proposed for each stage of risk assessment. There were applied leading and lagging indicators with rating scales that allow determining the risk assessment performance as low, medium or high. It was proved a practical value of the research, which can be used to improve the risk assessment process and improve the safety and health management performance of the organization.

Keywords: *risk assessment performance, leading and lagging indicators, occupational health and safety management system.*

Актуальність теми дослідження. Необхідним інструментом для відповіді на сучасні виклики інтеграції України з ЄС та підвищення результативності дій суб'єктів господарювання для запобігання травматизму є система управління гігієною та безпекою праці, що запроваджується в Україні найчастіше згідно з вимогами стандарту BS OHSAS 18001:2007 «Система управління гігієною та безпекою праці. Вимоги» [1] (далі – стандарт OHSAS 18001) або нормативно-правових актів, розроблених на його основі [2, 3]**.** Як і загалом законодавча модель ЄС у сфері охорони здоров'я та безпеки праці, стандарт OHSAS 18001 побудовано за принципом управління ризиками на робочому місці згідно із загальною моделлю профілактичних і попереджувальних заходів, зазначених у Директиві № 89/391/ЄЕС [4]. Тому ризик-орієнтований підхід стає основною методологією для побудови систем управління безпекою та гігієною праці на українських підприємствах. Задля його результативного впровадження необхідно визначити критерії, що дають можливість об'єктивно визначити відповідність проведення оцінки ризику вимогам стандарту OHSAS 18001.

Мета статті та наукова новизна – це визначення критеріїв адекватності оцінки ризику вимогам стандарту OHSAS 18001, визначення результативності процесу оцінки ризику в системі управління гігієною та безпекою праці організації за допомогою провідних і керованих індикаторів.

Отримані результати може бути використано для контролю та моніторингу проведення оцінки ризику, а також забезпечення результативності системи управління гігієною та безпекою праці через результативність її базового процесу.

Матеріали та методи дослідження. Авторами використано наявні матеріали з визначення результативності у вимогах міжнародних і британських стандартів до системи управління гігієною та безпекою праці, метод застосування провідних і керованих індикаторів для оцінювання системних процесів, що розміщені для загального доступу у фахових виданнях на сторінках інтернет-ресурсів.

Результати дослідження було апробовано на базі українського промислового підприємства тютюнової галузі (КВЕД ДК 009:2010 12.00), що має з 2009 року впроваджену та сертифіковану (міжнародний сертифікат CH09/1811 органу з сертифікації SGS) систему управління гігієною та безпекою праці згідно із стандартом BS OHSAS 18001:2007.

Проблематика результативності оцінки ризику. Оцінка ризику найчастіше необхідна підприємствам як базовий інструмент для побудови систем управління гігієною та безпекою праці. Оцінка ризику полягає у визначенні кількісного та/або якісного значення ризику, пов'язаного із конкретним небезпечним фактором. Реалізується через застосування обраного методу оцінки ризику до контексту

ризик-менеджменту: характеристики середовища, параметрів діяльності, вимог до діяльності тощо.

За визначенням стандарту OHSAS 18001 «оцінка ризику» сприймається як процес оцінки ризику, що походить від небезпеки, з урахуванням адекватності існуючих заходів управління, а також прийняття рішення, прийнятний цей ризик або ні (п. 3.23) [1]. «Результативність» визначається як вимірні результати управління ризиками, що здійснює організація в сфері гігієни та безпеки праці; результати можуть вимірюватися також по відношенню до політики організації, цілей та інших вимог щодо результативності у сфері управління гігієною та безпекою праці (п. 3.15) [1].

Таким чином, йдеться лише про результативність управління ризиками. На думку авторів, результативність оцінки ризику, як початкового процесу, може безпосередньо вплинути на результативність управління ризиками і тому потребує окремого визначення.

За визначенням інших базових стандартів менеджменту ризику [5, 6] оцінка ризику є процесом, що охоплює ідентифікацію ризику, аналіз ризику та порівняльну оцінку ризику (п. 3.4.1) [5]. А «результативність оцінки ризику» залежить від ефективності обміну інформацією та консультацій із залученими сторонами (п. 3.3.2) [6].

Але, на думку авторів, визначення результативності оцінки ризику лише через ефективність обміну інформацією є недостатнім.

Оскільки за усталеною практикою у системі управління гігієною та безпекою праці не оперують поняттям ефективності через те, що співвідношення витрат матеріальних ресурсів не порівнянно із врятованими людськими життями, результативність є майже єдиною характеристикою системи управління, а її індикатори мають бути чітко визначені.

Вирішенню проблем, пов’язаних із проведенням оцінки ризиків і визначенням прийнятності ризиків, присвячено роботи українських учених А. О. Водяника [7], К. Н. Ткачука [8] та інших.

Застосування провідних (Leading indicators) та керованих (Lagging indicators) індикаторів до безпеки за аналогією із економічними науками, досліджувалося Ш. Шуновером [9]. За його визначенням, провідні показники орієнтовано на оцінку процесу виконання вимог безпеки та постійне удосконалення, вони відображають превентивну діяльність організації. Керовані показники є мірилом прогресу у системі безпеки, демонструють результати діяльності, але не можуть відобразити, наскільки адекватно проходив процес управління небезпекою.

Враховуючи ці та інші дослідження, у роботі, що пропонується, зроблено спробу визначення критеріїв адекватності оцінки ризику вимогам стандарту OHSAS 18001, визначення результативності процесу

оцінки ризику в системі управління гігієною та безпекою праці організації за допомогою провідних і керованих індикаторів.

Результати дослідження. На підставі визначення оцінки ризику з базового стандарту ISO 31000:2009 «Ризик-менеджмент. Принципи та настанови» [5], вимог стандарту OHSAS 18001 (п. 4.3.1) [1] та із застосуванням провідних і керованих індикаторів розроблено схему критеріїв для визначення результативності оцінки ризиків.

На думку авторів, поняття «результативність оцінки ризику» складається із вимірних результатів оцінки ризику як основи для подальшого управління ризиками, і вказує на здатність процесу оцінки ризику сприяти результатам управління ризиками, що здійснює організація в сфері гігієни та безпеки праці.

Дослідження було проведено у 5 етапів за схемою:

1. Визначення критеріїв результативності оцінки ризику (табл. 1).
2. Розбиття критеріїв за етапами проведення оцінки ризику (рис. 1).
3. Визначення провідних і керованих індикаторів для кожного критерію (табл. 2).
4. Визначення шкали оцінювання для кожного із індикаторів (табл. 2).
5. Перевірка схеми визначення результативності на практиці (табл. 3).

Етап 1. Визначення критеріїв результативності оцінки ризику. Пропонується застосовувати як критерії для визначення результативності вимоги стандарту OHSAS 18001 (п. 4.3.1) [1] (табл. 1).

Таблиця 1

Визначення критеріїв результативності оцінки ризику згідно з вимогами OHSAS 18001

№ з/п	**Вимоги OHSAS 18001 (п. 4.3.1)**	**Назва критерію**
1	2	3
	Процедура ідентифікації та оцінки ризику має враховувати:	**Критерії врахування:**
1	a) стандартні та нестандартні види діяльності;	К1 – усіх видів діяльності
2	b) діяльність усього персоналу, який має доступ до робочого місця (із урахуванням підрядників і відвідувачів); c) поведінку людини, можливості та інші людські фактори;	К2 – людських ресурсів
4	d) ідентифіковані небезпеки, що виникають зовні робочого місця і здатні негативно впливати на здоров'я та безпеку осіб, які працюють під управлінням організації на робочих місцях;	К3 – небезпек довкілля

Продовження табл.1

1	2	3
4	e) небезпеки, що виникають у безпосередній близькості від робочого місця у результаті виконання професійної діяльності під керівництвом організації. Примітка: такі небезпеки можна оцінювати як екологічні аспекти;	
6	f) інфраструктуру, обладнання, матеріали на робочому місці, що надані організацією або іншими особами;	K4 – інфраструктури та обладнання
7	g) зміни або зміни, що передбачаються в організації, її діяльності або матеріалах; зміни в системі менеджменту виробничої безпеки та гігієни праці, включно із тимчасовими змінами та їх впливом на операції, процеси та діяльність; i) проектування робочих місць, процесів устаткування, механізмів або обладнання, операційних процедур і організації роботи, включно із їх адаптацією до здібностей людини;	K5 – змін в діяльності та управлінні
8	h) усі належні законодавчі обов'язки, що стосуються оцінки ризику та запровадження необхідних заходів управління;	K6 – законодавчих вимог
	Методика організації з ідентифікації небезпеки та оцінки ризику має:	**Критерії забезпечення:**
10	a) визначатися з урахуванням її області застосування, характеру та часового графіку таким чином, щоб гарантувати попередження, а не реагування; та	K7 – попереджувальних заходів
11	b) передбачати ідентифікацію, визначення приорітетів і документування ризиків, застосування відповідних заходів управління. Організація має забезпечити облік результатів такої оцінки при визначенні заходів управління. При визначенні заходів управління або розгляді змін у заходах управління, що існують, слід надати увагу зниженню ризиків згідно з такою ієрархією: a) усунення; b) заміна; c) технічний контроль; d) попереджувальні написи та/або заходи адміністративного управління; e) засоби індивідуального захисту.	K8 – пріоритетності K9 – заходів управління

Етап 2. Розподіл критеріїв за етапами проведення оцінки ризику (рис. 1) здійснено з метою упевнитися, що всі етапи оцінки ризику, за визначенням стандарту ISO 31000:2009 [5], підпадають під оцінювання результативності.

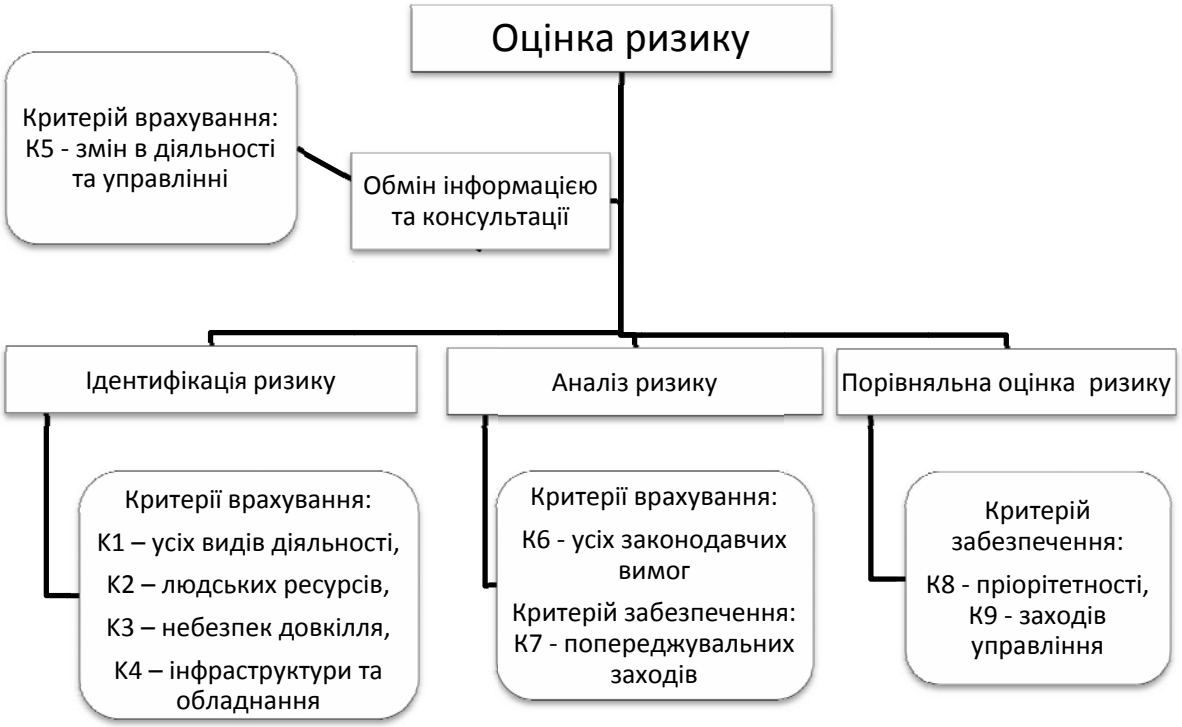


Рис. 1. Критерії результативності кожного з етапів оцінки ризику

Етапи 3, 4. Визначення провідних і керованих індикаторів для кожного критерію та шкали оцінювання для кожного із індикаторів представлене у таблиці 2.

Провідні та керовані показники характеризують кожний із етапів і дають можливість контролювати процес оцінки ризику як основи управління ризиками, що здійснює організація в області гігієни та безпеки праці.

Моніторинг та аналіз усієї системи управління гігієною та безпекою праці здійснюється за динамікою якісних і кількісних показників травматизму організації – керованими індикаторами, що констатують результат процесу. А з метою оцінки та керування процесом більш придатні провідні індикатори, запропоновані у цьому дослідженні.

Таблиця 2

Провідні та керовані показники результативності процесу оцінки ризиків

Критерії результативності	**Провідні індикатори**	**Керовані індикатори**
1	2	3
На етапі ідентифікації ризику		
К1 Критерій урахування усіх видів діяльності	Частка стандартних і нестандартних процесів, для яких проведено документовану оцінку ризиків	Кількість виявлених у ході зовнішніх та внутрішніх перевірок*процесів, для яких не проведено документовану оцінку ризиків, за період**

Продовження табл. 2

1	2			3		
К2 Критерій урахування людських ресурсів	1. Частка робочих місць та професій, для яких проведено документовану оцінку ризиків (включаючи підрядників і візитерів) 2. Відсоток охоплення персоналу навчанням з оцінки ризиків та залученням до процесу оцінки ризиків			Кількість виявлених у ході зовнішніх і внутрішніх перевірок професій та робочих місць (включаючи підрядників і візитерів), для яких не проведено документовану оцінку ризиків, за період		
К3 Критерій урахування небезпек довкілля	Частка робочих місць, для яких проведено оцінку небезпечних факторів, що знаходяться зовні робочого місця			Кількість травм, отриманих від дії небезпечних факторів, що знаходяться зовні робочого місця		
К4 Критерій урахування інфраструктури та обладнання	Частка обладнання та приміщень, для яких проведено документовану оцінку ризиків			Кількість виявлених у ході зовнішніх і внутрішніх перевірок одиниць обладнання та приміщень, для яких не проведено оцінку ризиків, за період		
Результативність К1-К4***	0…50 % низька	51…89 % середня	90..100 % висока	> 5 низька	2…5 середня	0…1 висока
На етапі обміну інформацією та консультацій						
К5 Критерій урахування змін у діяльності та управлінні	Кількість внесених змін у перелік небезпечних факторів за оцінкою ризиків протягом періоду			Кількість виявлених у ході зовнішніх і внутрішніх перевірок нових процесів, технологій, робочих місць, устаткування, для яких не проведено документовану оцінку ризиків, за період		
Результативність К5	0…10 низька	11…20 середня	> 21 висока	> 5 низька	2…5 середня	0…1 висока
На етапі аналізу ризику						
К6 Критерій урахування всіх законодавчих вимог	Кількість ідентифікованих небезпечних факторів, що виникли через порушення законодавчих вимог			Кількість виявлених у ході зовнішніх і внутрішніх перевірок фактів недотримання вимог чинного законодавства, за період		
Результативність К6	0…10 низька	11…20 середня	>20 висока	> 5 низька	2…5 середня	0…1 висока
К7 Критерій забезпечення попереджувальних заходів	Частка небезпечних факторів, ступінь ризику яких зменшено за поточний період			Відсоток втілених заходів із зниження ступеня ризиків відносно до запланованих заходів за період		
Результативність К7	0…50% низька	51…89% середня	90..100% висока	0…50% низька	51…75% середня	76...100% висока

Продовження табл. 2

3	2			3		
На етапі порівняльної оцінки ризику						
К8 Критерій забезпечення пріоритетності	Відсоток відношення небезпечних факторів із неприйнятним ступенем ризику до загальної кількості ідентифікованих небезпечних факторів			Кількість травм, викликаних причинами, що мали низький ступінь ризику за результатами оцінки		
Результативність К8	0…10% низька	11…30% середня	> 30 % висока	> 5 низька	2…5 середня	0…1 висока
К9 Критерій забезпечення заходів управління	Відсоток втілених первинних заходів за ієрархією зниження ризиків по відношенню до всіх втілених заходів			Кількість травм, викликаних причинами, що мають високий ступінь ризику за результатами оцінки		
Результативність К9	0…10% низька	11…50% середня	>50 % висока	> 5 низька	2…5 середня	0…1 висока
* під зовнішніми та внутрішніми перевірками розуміють аудити, нагляд, перевірки, інспекції тощо, що здійснюються аудиторами, фахівцями, державними органами нагляду в сфері охорони праці періодично або позапланово; ** період – часовий період звітності, встановлений організацією, у даному випадку і найчастіше – 1 рік *** запропонована шкала визначення результативності за критеріями є орієнтовною і втановлюється підприємством залежно від політики, цілей організації та з урахуванням її можливостей. Аналіз індикаторів може здійснюватися як для підприємства в цілому, так і для окремих його підрозділів						

Етап 5. На етапі практичної перевірки схеми визначення результативності на базі українського підприємства тютюнової галузі, що має впроваджену та сертифіковану систему управління гігієною та безпекою праці згідно зі стандартом OHSAS 18001 із 2009 року, було здійснено підрахунок показників результативності за критеріями (табл. 3).

Таблиця 3

Показники результативності оцінки ризику за встановленими критеріями на прикладі конкретного підприємства

Критерії результативності	**Результатив-ність за провідними індикаторами**	**Результатив-ність за керованими індикаторами**
1	2	3
К1 – Критерій урахування усіх видів діяльності	80 % – середня	3 – середня
К2 – Критерій урахування людських ресурсів	1. 75 % – середня 2. 65 % – середня	> 5 – низька
К3 – Критерій урахування небезпек довкілля	75 % – середня	0 – висока

Продовження табл. 3

1	2	3
К4 – Критерій урахування інфраструктури та обладнання	90 % – висока	0 – висока
К5 – Критерій урахування змін у діяльності та управлінні	10 – низька	4 – середня
К6 – Критерій урахування всіх законодавчих вимог	5 – висока	1 – висока
К7 – Критерій забезпечення попереджувальних заходів	30 % – низька	85 % – висока
К8 – Критерій забезпечення пріоритетності	< 10 % – низька	0 – висока
К9 – Критерій забезпечення заходів управління	< 10 % – низька	1 – висока
Загальна результативність оцінки ризику	Низька та середня переважають	Висока переважає

Висновок дослідження та рекомендації. Виходячи з даних табл. 3, можна зробити висновок, що оцінка ризику вищезазначеного підприємства має високу результативність за керованими показниками, що сприяє високій результативності системи управління безпекою та гігієною праці в цілому. Це підтверджується низьким рівнем травматизму на підприємстві та позитивною динамікою. Але низькі значення результативності провідних показників свідчать, що система оцінки ризику недосконала і не може забезпечити стабільного результату зниження травматизму на довготривалий період.

На основі виконаного визначення результативності рекомендується покращити оцінку ризику на підприємстві за напрямами:

1. Врахування змін у діяльності та управлінні.
2. Визначення пріоритетності небезпечних факторів.
3. Запровадження заходів управління з наданням переваги згідно з ієрархією зниження рівня ризику.
4. Ідентифікація небезпечних факторів, пов’язаних із діяльністю підрядних організацій.

Висновки

Для того, щоб компенсувати суттєву різницю між адміністративно-командною централізованою схемою управління охороною праці (функціональною) та європейською системою управління виробничою безпекою, що покладається майже цілком на організації (процесною), назріла необхідність формування у фахівців з охорони праці навичок самостійного проведення оцінки ризиків, а не лише виконання вимог нормативно-технічної бази, розробленої спеціалізованими інституціями.

В іншому разі, на українських підприємствах існує вірогідність проведення оцінки ризику не на належному високому рівні. Тому розроблення допоміжних критеріїв для визначення результативності оцінки ризиків є актуальним. З цією метою у цій статті викладено такі наукові положення:

1. Запропоновано 9 критеріїв для визначення результативності оцінки ризику згідно з вимогами стандарту OHSAS 18001.

2. Критерії результативності оцінки ризику розподілено за етапами її проведення: ідентифікації, аналізу, порівняльної оцінки ризику та обміну інформацією.

3. Визначено провідні та керовані індикатори для кожного з критеріїв результативності процесу оцінки ризику.

6. Створено кількісну шкалу оцінювання для кожного із індикаторів, таким чином результативність оцінки ризику може бути визначено як низьку, середню або високу.

7. Здійснено перевірку схеми визначення результативності на базі діючого підприємства; на основі визначення результативності зроблено рекомендації щодо удосконалення процесу оцінки ризику, таким чином доведено практичну цінність дослідження.

Отримані результати може бути використано:

- фахівцями з охорони праці для забезпечення результативності системи управління гігієною та безпекою праці через результативність її базового процесу – оцінки ризику;
- керівництвом організацій**,** для контролю та моніторингу проводження кожного з основних етапів оцінки ризиків;
- внутрішніми та зовнішніми аудиторами систем управління, інспекторами державних інституцій для визначення відповідності проведення оцінки ризику вимогам стандарту OHSAS 18001 і підтвердження впровадження ризик-орієнтованого підходу на підприємствах.

Список літератури

1. Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Руководящие указания по внедрению OHSAS 18001:2007 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ot.kiev.ua/ohsas%2018002-2008.doc

2. Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги (OHSAS 18001:2007, IDT) ДСТУ OHSAS 18001:2010 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.dnaop.com/html/34112/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_OHSAS_18001_2010

3. Рекомендації щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці, затверджені наказом Держгірпромнагляду від 22 лютого 2008 р. за № 35 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://golovbukh.ua/regulations/2341/2457/2458/338695/

4. № 89/391/ЄЕС О введении мер, содействующих улучшению безопасности и гигиены труда работников на производстве (Люксембург, 12 июня 1989 года) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_b23

5. ISO 31000:2009 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/std/iso_31000-2009%28r%29.pdf

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010:2009 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» (ISO/IEC 31010:2009 «Risk management – Risk assessment techniques») / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/05/31010-2011_Russia.pdf

7. Водяник А. О. Методологічні основи врахування фактору ризику в профілактиці виробничого травматизму : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук / А. О. Водяник, ННДІПБОП. – К., 2008. – 36 с.

8. К. Н. Ткачук, О. Є. Кружилко. Прогнозування виробничого травматизму : монографія. – К. : Основа, 2014. – 345 с.

9. St. C. Schoonover, M. D. President, Schoonover Associates “Goal Management Best Practices“ http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0#.D0.9F.D0.BE.D1.81.D1.82.D0.B0.D0.BD.D0.BE.D0.B2.D0.BA.D0.B0_.D0.BC.D0.B5.D1.82.D0.B8

Дата подання статті до збірника –23.10.2015 р.

УДК 614.8:338.3

А. Ю. Цина, д-р пед. наук, А. О. Зелененко, Н. С. Костенко
(Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка)

ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ

Визначено способи ідентифікації небезпечних та шкідливих чинників в умовах виробництва. Характеризуються методологічні підходи до аналізу та оцінювання ризиків. Обґрунтовано шляхи оцінювання ризиків на рівнях виробничих підрозділів та окремих осіб і робочих місць на об’єктах виробництва.

Ключові слова : *ризики, ідентифікація, оцінювання, рівні.*

Определены способы идентификации опасных и вредных факторов в условиях производства. Характеризуются методологические подходы к анализу и оценке рисков. Обоснованы пути оценивания рисков на

уровнях производственных подразделений, отдельных лиц и рабочих мест на объектах производства.
Ключевые слова : *риски, идентификация, оценивание, уровни.*

The paper defines the ways to identify hazardous and harmful factors in production environment. Characterized methodological approaches to the analysis and risk assessment. Justified way of estimation of risks at levels of production units and individuals, and jobs at the production sites.
Keywords : *risks identification, assessment, levels.*

Значна кількість потенційно небезпечних об’єктів на території України характеризує виробничу діяльність в Україні високим рівнем негативних наслідків. Приблизно 45 % вартості основних фондів виробництва та майже третина його обсягів і 21 % зайнятих на них працівників складають саме небезпечні виробництва. Затвердження норм захисту населення і територій України від надзвичайних ситуацій, правил і регламентів господарської діяльності забезпечується Концепцією управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, нормуванням рівнів ризиків, схваленою Кабінетом Міністрів України 22 січня 2014 року [5].

Перед службами охорони праці підприємств, установ та організацій сьогодні постає актуальне завдання щодо ідентифікації небезпек та оцінювання ризиків для кожного виду виробничої діяльності. Відсутність, а подекуди й невизначеність, у сучасні системі управління промисловою безпекою та охороною праці необхідних показників надійності технічних елементів і технологій, що можуть призводити до настання нещасних випадків і професійних захворювань, а також показників надійності систем і засобів захисту, обумовлюється недостатнім обґрунтуванням підходів до ідентифікації небезпек та оцінювання ризиків у господарській діяльності.

Актуальність проблеми підвищення ступеня захищеності персоналу від впливу шкідливих і небезпечних чинників потребує забезпечення ідентифікації та оцінювання ризиків у всіх сферах господарської діяльності. Метою статті є обґрунтування методологічних підходів до розпізнавання небезпечних чинників та оцінювання ризиків настання небажаних подій.

Поставлена мета була конкретизована розв’язанням таких завдань дослідження:

1. Визначити способи ідентифікації небезпечних і шкідливих чинників в умовах виробництва.
2. Охарактеризувати методологічні підходи до аналізу та оцінювання ризиків.
3. Обґрунтувати шляхи оцінювання ризиків на рівні об’єктів виробництва.

Об’єктом дослідження обрано процес ідентифікації та оцінювання ризиків настання небажаних подій в умовах виробництва. Предмет дослідження – обґрунтування методологічних і практичних підходів до ідентифікації та оцінювання рівнів ризиків у сфері виробництва.

Першим кроком до ідентифікації небезпек є їх розпізнавання. Як один із варіантів послідовності дій із розпізнавання небезпечних чинників може бути використане складання карти опису небезпечної ситуації. Виявлення шкідливих і небезпечних чинників здійснюється під час загального дослідження при обходах небезпечних зон, уточненням карт опису явищ і процесів, розподілом їх на групи та заповненням їх змісту. Варіант карти опису техногенних небезпечних ситуацій представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Варіант карти опису небезпечної ситуації

Розділ	Склад опису
1	2
Вид ситуації	Назва виду небезпечної ситуації згідно з класифікацією
Нормативні документи	Всі зовнішні та внутрішні документи, що визначають вимоги до небезпечної ситуації
Опис явища, процесу	Інформація з класифікаційних, технологічних вимог і досвіду фахівців
Масштаб ситуації	Назва виду ситуації за масштабом її розповсюдження
Чинники негативного впливу	Перелік техногенних об’єктів, що задіяні в ситуації
Біологічні аспекти	Мікроорганізми та їх токсичні продукти, рослини отруйні та ті, що викликають алергію, контакти з тваринами, які здатні викликати хвороби та алергії (від хутра, шерсті тощо)
Застосовувані хімічні речовини	Перелік хімічних речовин, що застосовують у виробництві продукції, під час миття, дезінфекції, санітарної обробки
Присутні хімічні речовини	Перелік хімічних речовин на території, яка утворилася внаслідок небезпечної ситуації
Фізичні аспекти	Іонізуючі (неіонізуючі) випромінювання, вібрація, шум, температура, тиск, вологість тощо
Нещасні випадки та травми	Нещасні випадки, що настають під час надзвичайної ситуації: транспортні, падіння, поранення, потрапляння до зони дії механізмів, гострі травми і впливи, що викликані виділенням, вдиханням, проковтуванням або попаданням хімічних речовин; нещасні випадки від електрообладнання; спалахування та вибухи хімічних речовин, укуси, подряпини тощо
Ергономічні, психосоціальні та організаційні аспекти	Ризик, пов'язаний із положенням тіла людини, її взаємодією з джерелами небезпеки, підйомом вантажів, фізичною втомою, дискомфортом, забрудненням повітря від сторонніх джерел, конфліктними відносинами між людьми, образами, впливом біоритмів, неприємними запахами, впливом вібрації на конкретні органи організму людини тощо

Проведений аналіз широкого спектра категорій небезпечних і шкідливих факторів дає можливість їх групувати, наприклад, за характеристиками робочого місця або за типами моделей впливу, або за оцінками ризику.

Для успішного проведення дослідження шкідливих впливів джерел небезпек необхідно з'ясувати:

- де знаходиться персонал відносно потенційних джерел небезпеки (шкідливих речовин, обладнання або технологічних процесів);
- ступінь пересування працівників територією, на якій можуть виникати небезпечні ситуації;
- ступінь ускладнення отримання інформації про небезпечні чинники;
- рівень організації підтримання порядку на виробництві (наявність джерел шкідливих випаровувань, запиленість, утилізація відходів);
- потенційні можливості попадання токсичних хімічних речовин у повітря (пари, запиленість);
- потенційна можливість абсорбції шкіри під час її можливих контактів із забруднюючими речовинами;
- наявність наслідків шкідливих впливів на здоров'я персоналу (головні болі, втома, подразнення очей, шкіри, органів дихання);
- усвідомлення працівниками необхідності використання засобів індивідуального захисту;
- останні зміни технологічних процесів і заміни хімічних речовин, фізичні зміни в робочому середовищі, зміни в розподілі робочих обов'язків, недавнє проведення ремонту та модернізації.

Наступним кроком після ідентифікації небезпечних і шкідливих чинників є оцінювання ризиків настання небажаних подій у вигляді виробничого травматизму чи професійних захворювань персоналу. Міжнародним стандартом МЭК 61511-3:2003 обґрунтовано вибір рівня ризику в межах від мінімального (який вважається досить малим) до максимально припустимого (який має бути економічно обґрунтованим) виходячи з існуючих обмежень на ресурси та час [3]. Головними елементами цієї діяльності є визначення достатності превентивних заходів для забезпечення стійкості потенційно небезпечного об`єкта чи процесу до зовнішніх впливів та оптимальний розподіл обмежених матеріальних і фінансових ресурсів.

Управління ризиками стало однією з головних технологій забезпечення техногенної та природної безпеки в економічно розвинених країнах. Сучасна наука розглядає управління ризиками як спосіб досягнення балансу між інноваціями, з одного боку, та негативними явищами з іншого. Перед розглядом методів ідентифікації небезпек та оцінювання ризиків доцільним є визначення поняття «категорії рівнів ризиків». Управління ризиками необхідно здійснювати на основі принципу мінімізації ризику, згідно з яким ризик настання небажаних подій слід знижувати настільки, наскільки це можливо, добиватися

досягнення розумного компромісу між рівнем безпеки і розміром витрат на її забезпечення.

Необхідно-заданий рівень безпеки об’єктів і процесів передбачає таке зниження ризику, який є прийнятним у конкретній ситуації з урахуванням як частоти настання небезпечних подій, так і важкості їх наслідків. Заходи захисту небезпечних об`єктів чи процесів розробляють з урахуванням необхідності зменшення як частоти настання небезпечних ситуацій, так і їх наслідків; вони мають забезпечувати достатньо низьку частоту відмов функцій безпеки, яка не перевищувала б значення прийнятного ризику.

Прийнятний ризик (як заданий рівень безпеки потенційно небезпечних об’єктів) вважається прийнятним на засадах прийнятої в суспільстві системи цінностей з урахуванням соціально-політичних чинників. Ризик настання небезпечних подій за умов застосування всієї сукупності заходів захисту обумовлює залишковий ризик. Необхідне зниження ризику до мінімального значення, яке забезпечує прийнятний ризик, забезпечується комплексом способів зниження ризику. Рис. 1 ілюструє процес необхідного зниження ризику, який забезпечує досягнення конкретного прийнятного та залишкового ризику відносно початкового значення ризику небезпечного об`єкта чи процесу.

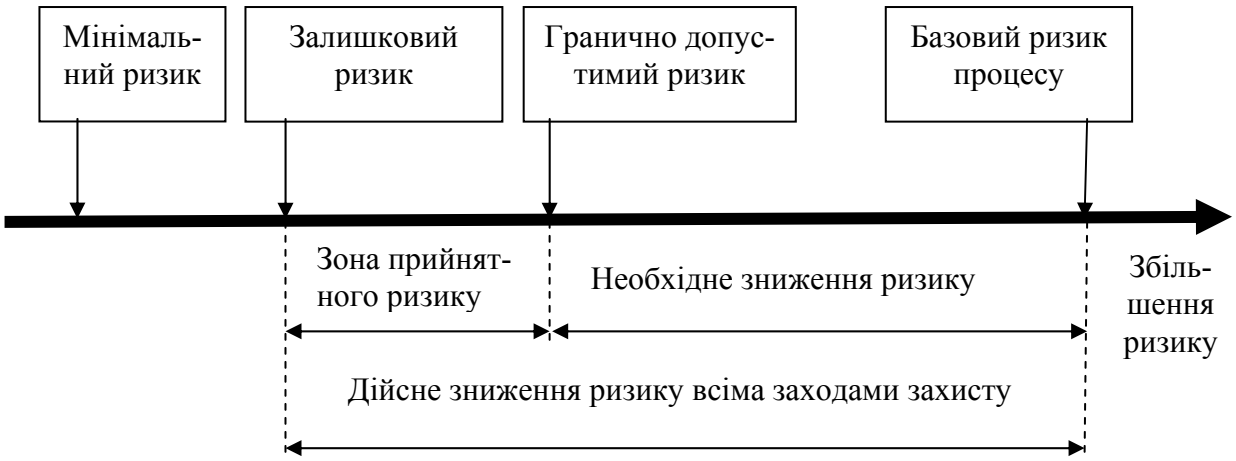


Рис. 1. Загальна концепція зниження ризику

Встановлення прийнятного ризику є попереднім кроком для визначення необхідного ступеню зниження ризику. Прийнятний рівень ризику є ризиком меншим або рівним гранично припустимому рівню ризику, а мінімально можливий – це той рівень, нижче якого зниження ризику є економічно недоцільним. У Концепції управління ризиками настання надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру рекомендовано під час визначення рівнів прийнятних ризиків застосовувати категорії ризиків, що використовуються в економічно розвинутих країнах, а саме:

- мінімальний ризик – менший або який дорівнює 1×10^{-8};
- гранично допустимий ризик – який дорівнює 1×10^{-5}.

Ризик, значення якого є нижчим або дорівнює мінімальному, вважається абсолютно прийнятним. Ризик, значення якого більше гранично допустимого, вважається абсолютно неприйнятним [5].

Складові компоненти ризику у вигляді потенційної небезпеки, небажаної події та її наслідків можуть нести різну за широтою прояву небезпеку. При визначенні небажаних наслідків подій враховують, що шкода може бути заподіяна окремим особам, групам людей, довкіллю, активам, репутації організації. Наприклад, при падінні працівника під час пересування територією підприємства наслідком є шкода для однієї особи, а наслідки при забрудненні нафтою довкілля завдають шкоду суспільству в цілому

Як показано на схемі 1, ризик являють ті чинники, що можуть бути небезпечними, події, які реалізують цю небезпеку, і негативні наслідки цих небажаних подій.

Небезпека	→	**Подія**	→	**Наслідок**
(те, що може бути потенційно небезпечним)		(те, що реалізує небезпеку)		(той негатив, який викликано реалізованою небезпекою)

Схема 1. Обов'язкові компоненти ризику

Рівень ризику розраховується (рис. 2) як добуток тяжкості наслідків небажаної події та вірогідності її реалізації [1, 3]. Під тяжкістю наслідків небажаної події слід розуміти діапазон від смертельних до незначних наслідків. Вірогідність настання небажаних подій визначається частотою їх настання.

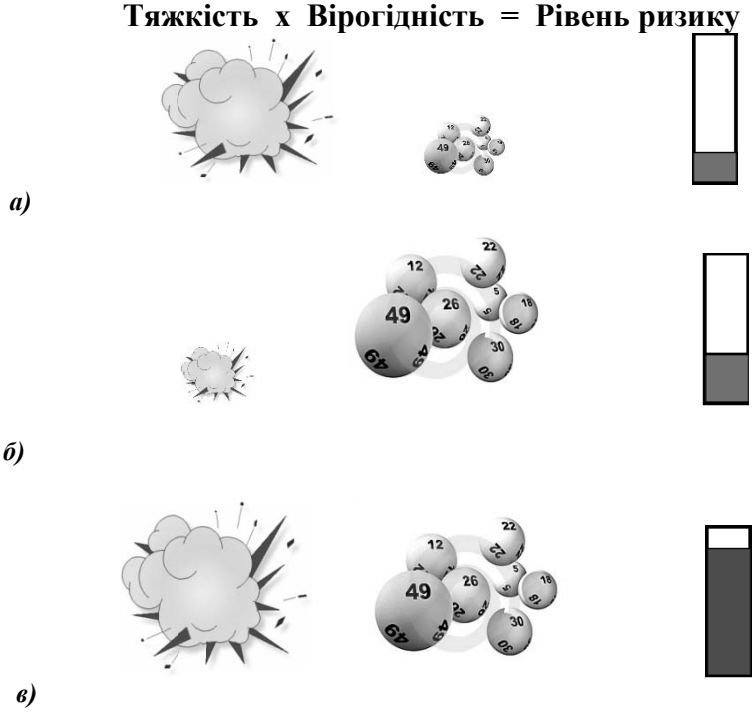


Рис. 2. Визначення рівнів ризику настання небажаних подій

Інструментом для оцінювання можливих втрат внаслідок настання небезпечних ситуацій є ядро системи управління безпекою на базі стандарту BS OHSAS 18001:2007 – ідентифікація небезпек і оцінювання, пов'язаних із ними ризиків [4]. Це є засобом визначення контрольних точок базових ризиків і пріоритетних напрямів для постановки цілей, планування та вкладання коштів підприємствами, установами та організаціями в найважливіші й проблемні сфери.

Ризик-орієнтований підхід є інструментом оперативного та результативного реагування на потенційно можливі небезпечні ситуації. Стандартом ISO 31000 визначено широкий перелік методів оцінювання ризиків [2]. Методи оцінювання ризиків включають як якісні, так і кількісні прийоми. Якісні прийоми в своїх висновках ґрунтуються на думках експертів, а кількісні пов'язані зі статистичними даними та розрахунками з урахуванням думок експертів.

Точність розрахунку ризику визначається кількістю показників, які беруться до уваги, наприклад: вірогідності, серйозності, можливості контролю та частоти прояву небезпечних чинників на потенційно небезпечних об'єктах.

Концепцією управління ризиками настання надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру передбачено, що персонал і посадові особи мають оволодіти методами управління ризиками на своїх робочих місцях. Об'єктивне оцінювання показників за всіма використовуваними у системі управління охороною праці методиками оцінювання ризику досягається навченістю осіб, які здійснюватимуть оцінювання ризиків, їхнім досвідом у різних галузях знань із використанням широких за періодом отримання статистичних даних щодо діяльності виробничих об'єктів. За всіма методиками послідовність оцінювання починається з розрахунку базового ризику із подальшим обґрунтуванням заходів щодо його зменшення до величин гранично допустимого та залишкового ризику.

Система оцінювання ризиків на підприємствах, в установах та організаціях визначається за схемою 2 рівнями ієрархії їх застосування, починаючи з оцінювання ризиків явищ і процесів підвищеної небезпеки на рівні виробничих підрозділів підприємств, і завершуючи оцінкою ризиків для окремих осіб і робочих завдань.

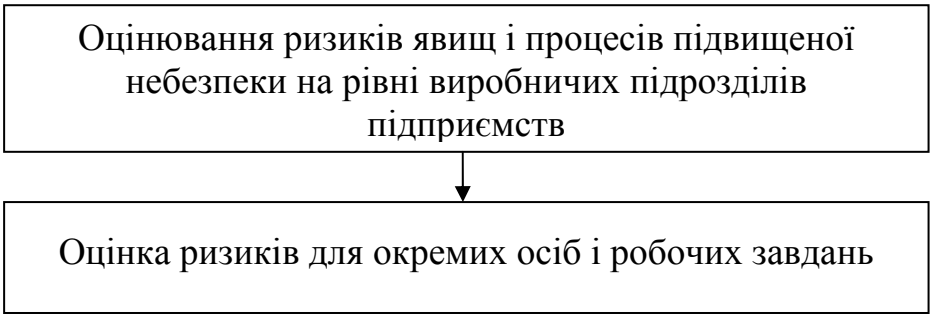


Схема. 2. Ієрархічна система оцінювання ризиків

Зазначені два рівні оцінювання ризиків можуть забезпечуватися власним персоналом об'єктів (підприємств, установ і організацій) без залучення експертів.

Розглянемо методи оцінювання ризиків на кожному з цих ієрархічних рівнів системи оцінювання ризиків.

На першому ієрархічному рівні системи оцінювання ризиків здійснюється оцінювання ризиків об'єктів і процесів підвищеної небезпеки на рівні виробничого підрозділу підприємства. Для всіх видів робіт з підвищеною небезпекою якісна оцінка ризиків є обов'язковою. Результати такого оцінювання мають бути додатком до наряду-допуску. Визначені за результатами оцінювання ризиків заходи забезпечення безпеки включають до наряду-допуску. Якісне оцінювання ризиків при виконанні робіт підвищеної небезпеки за нарядами-допусками може здійснюватися в письмовій формі (без значних витрат часу) безпосередніми керівниками виробничих підрозділів підприємств, установ та організацій без залучення зовнішніх експертів. У роботі з оцінювання має брати участь працівник служби охорони праці підприємства з досвідом у проведенні такого оцінювання. В процесі оцінювання безпосередні керівники, спираючись на власний досвід у виконанні робіт підвищеної небезпеки в своїх виробничих підрозділах, здійснюють оцінювання ризиків настання небажаних подій *методом дослідження безпеки робіт* (далі – ДБР). Результатом оцінювання є складання таблиці дослідження безпеки виконання робіт, яка є додатком до наряду допуску (див. табл. 2).

Працівник служби охорони праці перед оцінюванням ризиків має провести підготовчу роботу, а саме:

- розпланувати роботу за етапами, операціями, прийомами та переходами;
- підготувати робочу таблицю ДБР;
- підготувати додаткову документацію (інструкції з безпеки праці);
- визначити склад групи з досвідчених керівників виробничих підрозділів, осіб і працівників для оцінювання ризиків;
- визначити час проведення і тривалість оцінювання.

У ході оцінювання ризиків робоча група розглядає та уточнює, за необхідності, представлені в таблиці оцінки ДБР етапи виконання роботи підвищеної небезпеки та особливості її планування за операціями, прийомами та переходами. Представник служби охорони праці зачитує перший етап планування роботи і робоча група методом «мозкового штурму», даючи відповіді на питання: «що може відбутися?» та «хто може зазнати шкоду, або чому може бути заподіяна шкода?», виявляє ризики, пов'язані з цим етапом роботи. На допомогу групі можна надати табл. 1 небезпечних та шкідливих чинників для визначення ризиків.

Оцінка ризиків завершується переглядом ключової інформації, включеної до таблиці оцінки ДБР представником служби охорони праці з

робочою групою, коли всі учасники групи дійшли згоди щодо формулювань ризиків, рекомендованих заходів із управління ними, а також стосовно відповідальних осіб і термінів виконання заходів. У табл. 2 наведено приклад фрагменту таблиці ДБР.

Таблиця 2

Таблиця дослідження безпеки робіт по утепленню вікон техпрацівниками

№ етапу	Опис етапу	Що може статися?	Хто може потерпіти або чому може бути заподіяна шкода	Заходи з управління ризиками	Відповідальні особи
1.	Встановити драбину	Драбину встановлено нестійко	Виконавець робіт	Перевірити відсутність хитання, надійність закріплення щаблів	Виконавець робіт
2.	Робота на висоті	Падіння з висоти	Виконавець робіт	Заборона роботи з упором	Заступник керівника з господарської частини
…	…	…	…	…	…

Всі працівники на підприємствах, в установах та організаціях щоденно виконують виробничі завдання та роботи, що повторюються кожної робочої зміни і ризики їх виконання регламентуються інструкцією з охорони праці на робочому місці. Періодично можуть виконуватися нові види завдань і роботи без підвищеної небезпеки, які виходять за рамки чинної інструкції з охорони праці. Також можуть бути перерви у виконанні певних видів робіт більше трьох місяців. У таких випадках необхідно вести мову про оцінювання ризиків виконання виробничих завдань самим працівником.

Так, наприклад, під час переходу автомобільної дороги людина автоматично спочатку переконується у відсутності автотранспорту ліворуч, а дійшовши до середини оцінює відсутність транспортних засобів праворуч. В ідеалі працівники, перш ніж виконувати нову для них роботу, мають діяти аналогічно. Їм лише необхідна допомога з боку служби охорони праці щодо оцінювання небезпек, які можуть виникати під час виконання нового виду роботи, вказавши, на які небезпеки і в яких ситуаціях необхідно звертати увагу, як треба діяти у різних виробничих ситуаціях.

Європейською агенцією з безпеки, яка опікується питаннями безпеки та гігієни праці, розроблено більше ніж 1500 оцінок ризиків для різних професій та відповідні рекомендації роботодавцям стосовно того, що необхідно зробити для зменшення цих ризиків. Різниця у законодавстві з охорони праці між Євросоюзом та Україною у цьому

випадку не відіграє ролі. Наприклад, є різниця у визначенні робіт на висоті, а саме: 1,3 м – в Україні і 1,5 м – в Євросоюзі. Але заходи із запобігання падінню з висоти всюди є однаковими.

Методом оцінювання ризиків, який застосовується на другому ієрархічному рівні системи оцінювання ризиків кожним працівником на робочому місці індивідуально або групою працівників, за участю або без участі безпосереднього керівника робіт чи представника служби охорони праці, на початку і періодично під час виконання робіт, є *метод аналізу безпеки виконання робіт* (далі - АБВР). Метою цього методу є продуманість безпосереднім виконавцем особливостей безпечного виконання робіт, а результатом його проведення – прийняття самим працівником рішення щодо свідомого виконання всіх необхідних заходів захисту від небезпек під час роботи.

Проведення АБВР, як правило, не потребує заповнення будь-яких документів. Працівник лише обдумує всі етапи роботи, визначає способи захисту (враховуючи вимоги документів, що регламентують цей вид роботи), вживає заходів безпеки і приступає до виконання роботи.

Рішення про проведення АБВР із заповненням форми для записів може прийматися у випадках, якщо:

- працівник вважає, що заповнення форми дасть йому можливість більш якісно і ретельно виконати АБВР;
- працівник або група працівників вважають за необхідне мати документальне підтвердження факту виконання АБВР;
- працівник або група працівників вважають за необхідне мати можливість в майбутньому під час виконання чергового АБВР перед проведенням аналогічних робіт використовувати заздалегідь заповнену форму для консультацій;
- керівник приймає рішення щодо необхідності проведення АБВР із заповненням форми працівником для певних видів робіт.

Форма для записів є обов’язковою для використання перед виконанням нестандартних і нехарактерних робіт та в разі перерви більше трьох місяців у виконанні конкретного виду роботи працівником або групою працівників.

Зазначені вимоги можуть встановлюватися внутрішніми правилами охорони праці підприємства без будь-яких матеріальних витрат. У табл. 3 представлено достатньо нескладну форму для запису АБВР.

Заповнюється назва структурного підрозділу, цеху чи дільниці та дається короткий опис робіт. Табл. 3 заповнюється за методикою «5 кроків до безпеки» [6] та дає відповіді на такі питання:

1. Визначити джерела небезпеки, що існують або можуть виникнути під час виконання цієї роботи.

2. Оцінити можливі негативні наслідки для персоналу та довкілля в процесі виконання запланованої роботи.

3. Визначити та виконати заходи, необхідні для надійного захисту від джерел небезпеки.

Таблиця 3

Форма для письмового проведення АБВР

Аналіз безпеки виконання робіт				
Структурний підрозділ, цех, дільниця				
Опис роботи				
Етапи виконання роботи	Джерела небезпеки	Заходи захисту		
АБВР провели			Рішення щодо можливості початку роботи	
Працівник(и)	Керівник (якщо брав участь)		Так	Ні

4. Продумати заходи реагування в разі виникнення небезпечної ситуації.

5. Прийняти рішення про можливість початку і продовження роботи.

У кінці робиться висновок щодо можливості розпочати роботу. Керівник і працівник засвідчують заповнення таблиці власними підписами.

Після визначення базових рівнів ризиків настання небажаних подій за двома розглянутими методиками в подальшому є всі підстави для обґрунтування заходів регулювання щодо їх зменшення до прийнятних значень.

Результати дослідження проблеми наукового обґрунтування забезпечення ідентифікації та оцінювання ризиків у сфері охорони праці, дозволяють зробити такі *висновки*:

1. Існуюча тенденція підвищення виробничих ризиків змушує вдосконалювати традиційні для нашої країни методи прогностичної діяльності з ідентифікації факторів ризику та визначення оцінок ризику.

2. Встановлення рівнів ризику здійснюється на підставі оцінювання як частоти (чи вірогідності) небажаної події, так і пов’язаних із нею наслідків. Ідентифікація небезпек здійснюється при складанні карт опису небезпечних ситуацій. Вибір рівня ризику лежить у межах: від мінімального, нижче якого зниження ризику є економічно недоцільним – через залишковий рівень, за умови застосування всієї сукупності засобів захисту – до гранично допустимого, який є максимально можливим заданим рівнем безпеки, прийнятним на засадах визнаної суспільством системи цінностей. Ризик, більший за гранично допустимий до базового значення, вважається абсолютно неприйнятним.

3. Оцінювання ризиків доцільно здійснювати за ієрархічною системою оцінювання такими методами: на рівні виробничих підрозділів

підприємств для робіт підвищеної небезпеки – працівниками служби охорони праці разом із керівниками цих підрозділів методом дослідження безпеки робіт (ДБР) шляхом складання таблиці дослідження безпеки виконання робіт, яка є додатком до наряду-допуску; для робіт без підвищеної небезпеки – кожною особою на своєму робочому місці методом аналізу безпеки виконання робіт (АБВР), коли виконавець продумує особливості безпеки виконання робіт та самостійно приймає рішення щодо свідомого виконання всіх необхідних заходів захисту від небезпек під час роботи.

Проведене дослідження є лише одним із аспектів проблеми забезпечення нормування ризиків. Подальших пошуків потребують: теоретико-методологічне обґрунтування нормативних значень мінімального та прийнятного рівнів ризику; забезпечення галузевої та територіальної диференціації нормативів ризиків; особливості періодичного коригування нормативів ризиків.

Список літератури

1. Бєгун В. В., Науменко І. М. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник для студентів ВНЗ] / В. В. Бєгун, І. М. Науменко. – К., 2004. – 327 с.

2. Международный стандарт ISO 31000: 2009 «Менеджмент рисков. Принципы и руководящие указания» : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.pqm-online.com/assets/files/standards/iso_31000-2009(r).pdf

3. Международный стандарт МЭК 61511-3:2003 «Безопасность функциональная. Системы безопасности, приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности» (IEC 61511-3:2003 "Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 3: Guidelines for the determination of the required safety integrity levels") : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.twirpx.com/file/953348/

4. Міжнародний стандарт BS OHSAS 18001:2007 «Система управління безпекою» : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://infogost.com/normativnaya-dokumentatsiya/drugoe/13-ohsas-180012007 sistemy-menedzhmenta-bezopasnosti.html

5. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 січня 2014 р. № 37-р «Про схвалення концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KR140037.html

6. 5 кроків до безпеки : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.romnyvpu.com.ua/news_view.php?id=627

УДК 697.922:628.852.2:621.313.333.02

УДК 697.922:628.852.2:621.313.333.02

А. А. Сердюк, канд. техн. наук (*КрНУ им. М. Остроградского*)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОМПЛЕКСА УЧЕБНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

У роботі розглянуто структуру та призначення пристроїв, що входять до складу системи безпеки та життєзабезпечення комплексу навчальних лабораторій.

Для підвищення ефективності роботи існуючих пристроїв системи безпеки та життєзабезпечення комплексу навчальних лабораторій запропоновано структуру автоматизованої системи резервно-аварійного електропостачання, яка є джерелом електроживлення за відсутності основного електропостачання.

Ключові слова: *автоматизована система резервно-аварійного електропостачання, система безпеки та життєзабезпечення, система вентиляції, охоронна сигналізація, установка аварійного водовідливу.*

В работе рассмотрены структура и назначение устройств, входящих в систему безопасности и жизнеобеспечения комплекса учебных лабораторий.

Для повышения эффективности работы существующих устройств системы безопасности и жизнеобеспечения комплекса учебных лабораторий предложена структура автоматизированной системы резервно-аварийного электроснабжения, которая является источником электропитания при отсутствии основного электроснабжения.

Ключевые слова: *автоматизированная система резервно-аварийного электроснабжения, система безопасности и жизнеобеспечения, система вентиляции, охранная сигнализация, установка аварийного водоотлива.*

In this work reviewed the structure and purpose of the devices the system safety and life-support of complex educational laboratories.

In article proposed structure of the automated system backup-emergency power, which is a source of power in the absence of main electro-power supply. It is to increase the effectiveness of existing security devices and life support of complex learning laboratories.

Keywords: *automated system backup-emergency power, security system and life support systems, ventilation system, burglar alarm system, installation of emergency pumping.*

Актуальность работы. В настоящее время функционирование современных административных и промышленных зданий невозможно без систем аварийного освещения, водоотлива и вентиляции, охранной и звуковой сигнализации, видеонаблюдения и т. п. [1, 2]. В большинстве случаев надежность функционирования таких систем является важным фактором в вопросах охраны труда и обеспечения безопасности учебных лабораторий, административных и промышленных зданий при нарушении работы основной системы электроснабжения. Для решения данной проблемы, предлагается использовать средства автономных генераторных установок, являющихся неотъемлемой частью системы резервно-аварийного электроснабжения (далее – система РАЭ). Следует предположить, что наличие системы РАЭ позволит значительно повысить качество функционирования установок обеспечивающих безопасность труда, как в производственных, так и учебных помещениях. Рассмотренное выше особенно актуально при наличии чрезвычайных ситуаций.

Анализ существующих систем РАЭ, выполненных на базе дизельных (бензиновых) генераторных установок, позволил выделить следующие недостатки [3, 4]:

- отсутствие системного подхода при обосновании выбора структуры системы РАЭ;
- постоянное использование дизельной генераторной установки с момента наступления неработоспособности основной системы электроснабжения, даже при отсутствии необходимости в мощном источнике электроснабжения в дневное и ночное время суток;
- отсутствие удаленного контроля состояния системы РАЭ и режима работы ее потребителей;
- несвоевременное срабатывание устройств релейной защиты и автоматики;
- отсутствие информационной взаимосвязи между элементами систем безопасности и жизнеобеспечения здания и источника аварийного электроснабжения.

Таким образом, разработка автоматизированной системы РАЭ административных зданий, которая в период аварийного отключения основной энергосети позволяет обеспечить по мере необходимости электроснабжение систем безопасности и жизнеобеспечения здания, является актуальной научно-исследовательской задачей.

Цель работы. Обоснование и разработка структуры автоматизированной системы аварийного электроснабжения для повышения безопасности и жизнеобеспечения комплекса учебных лабораторий.

Материалы и результаты исследований. Анализ учебных лабораторий, расположенных в полуподвальном помещении Кременчугского национального университета им. М. Остроградского, позволил определить следующие устройства, входящие в состав систем

безопасности и жизнеобеспечения этого комплекса учебных лабораторий: вентиляционную установку (далее – ВУ), охранную сигнализацию (далее – ОС), установку аварийного водоотлива (далее – АВ), системы видеонаблюдения (далее – СВ), пожарную сигнализации (далее – ПС) и аварийное освещение (далее – АО).

Вентиляционная установка, упрощенная функциональная схема которой приведена на рис. 1, выполняет функцию поддержания микроклиматических параметров комплекса учебных лабораторий [2, 5–7]. Аэродинамическая сеть комплекса стабилизации микроклиматических параметров учебных лабораторий оснащена запорно-регулирующей арматурой *3*. Последняя позволяет:

- организовать гибкое и неконфликтное управление перераспределением воздушных потоков между вентилируемыми помещениями при стабилизации микроклиматических и микроэкологических параметров;
- изолировать учебные лаборатории в периоды неконтролируемых возгораний.

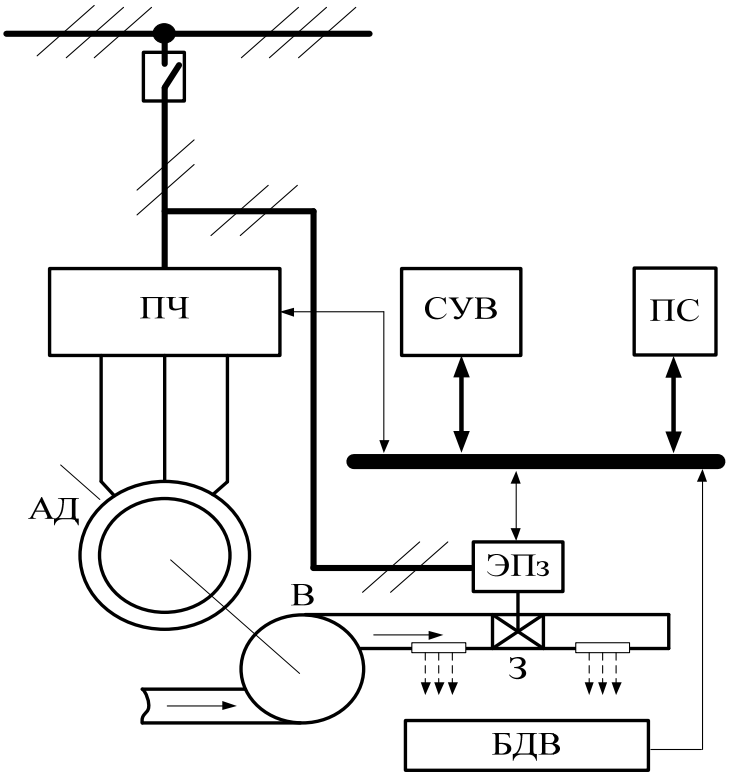


Рис. 1. Упрощенная функциональная схема вентиляционной установки

Таким образом, автоматизированная система РАЭ позволит: выполнять свои функции в независимости от причин исчезновения напряжения на шинах потребителей; оповещать ответственных за учебные лаборатории о наличии нештатных ситуаций; быстро обеспечить электроснабжение систем управления и датчиков КОБУЛ (в том числе и аварийного электроснабжения); посредством блоков

коммутации БК1, БК2 отключать аварийные участки от резервной источника электрической энергии; учитывать наличие в основной системе электроснабжения кратковременных просадок напряжения, обусловленных включением мощных устройств.

Таким образом, сформулированы требования к автоматизированной системе резервно-аварийного электроснабжения, учитывающие особенности функционирования устройств системы безопасности и жизнеобеспечения комплекса учебных лабораторий.

Предложенная структура автоматизированной системы резервно-аварийного электроснабжения позволит повысить безопасность и жизнеобеспечение учебных лабораторий в период отсутствия основного электроснабжения.

Алгоритм функционирования автоматизированной системы резервно-аварийного электроснабжения позволяет более рационально использовать топливо и моторесурс дизельного (бензинового) привода за счет автоматического определения необходимости работы дизельной генераторной установки.

В качестве электропривода вентилятора используется асинхронный двигатель АД, силовая цепь которого оснащена преобразователем частоты ПЧ. Система управления вентиляционной установкой (далее – СУВ) формирует управляющие воздействия в соответствии с данными, которые поступают с блока датчиков (далее – БДВ), измеряющих энергетические, технологические, микроклиматические и экологические параметры комплекса учебных лабораторий.

Сигналы БДВ являются основными для систем пожарной сигнализации, что обусловлено резким изменением химического состава воздуха из-за пиролиза (термического разложения) перегретых и тлеющих горючих материалов. Это является одним из основных способов обнаружения пожара на ранних стадиях посредством датчиков [4, 8]. Таким образом, при возникновении пожарной обстановки в одной из лабораторий система ПС определяет место локализации возгорания, после чего СУВ формирует сигнал управления на прекращение подачи воздуха в помещение посредством отсечения запорно-регулирующей арматурой участков аэродинамической сети. Прекращение подачи воздуха в помещение значительно уменьшит вероятность распространения пожара.

Установка аварийного водоотлива защищает комплекс учебных лабораторий от подтоплений, обусловленных:

- локальным нарушением существующей гидроизоляции при прокладке инженерных коммуникаций;
- геодезическим расположением учебного корпуса с лабораториями в низине города, что способствует повышению уровня подземных вод в осеннее и весеннее время года, особенно при плохом функционировании системы уличных стоков;

•прорыв водопроводных коммуникаций в корпусе.

Свои функции АВ выполняет на базе насосной станции, размещенной в низкой точке лабораторий полуподвального помещения. Функциональная схема установки АВ приведена на рис. 2, где приняты следующие обозначения: Н – насос; АД – асинхронный электродвигатель; ПЧ – преобразователь частоты; ДУ – датчик уровня; СУАВ – система управления АВ.

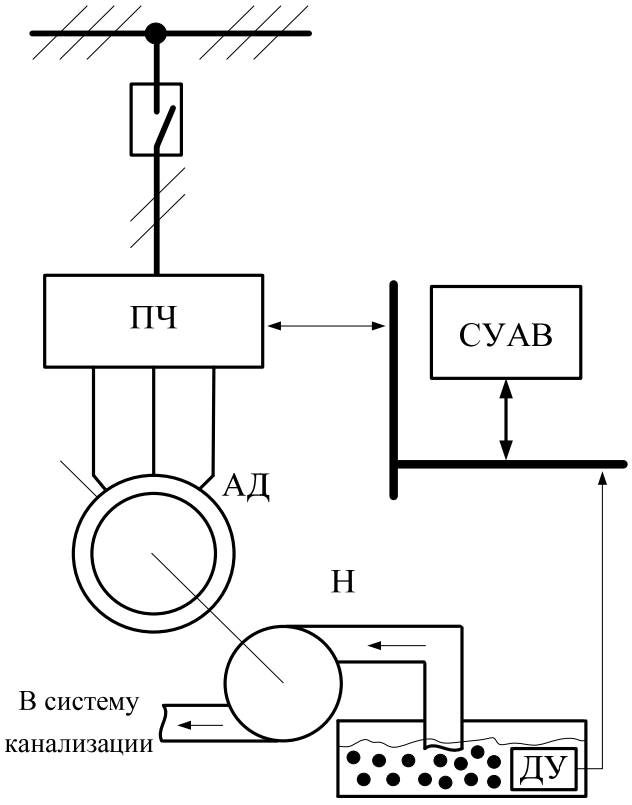


Рис. 2. Функциональная схема установки аварийного водоотлива

Для оповещения об опасности людей, находящихся в здании, и предотвращения возможной паники при возникновении нештатных ситуаций, учебные лаборатории должны быть дополнительно оснащены звуковой сигнализацией ЗС и системой речевого оповещения СО с раздельными зонами включения. При этом системы управления ЗС и СО формируют управляющие воздействия на базе данных, поступающих по информационной шине с других устройств системы безопасности и жизнеобеспечения (ПС, АВ и т. д.). Основной функцией системы управления ЗС и СО является определение места возникновения аварии и её приоритета. Это позволит СО воспроизвести информационное сообщение, соответствующее ситуации с одновременным функционированием ЗС и сопровождающей индикации, которой оснащена система АО.

К задачам СВ относится не только обеспечение сохранности материальных ценностей лабораторного комплекса, но контроль доступности и работоспособности аварийных (эвакуационных) выходов при возникновении нештатных ситуаций.

Всё вышерассмотренное позволило сформулировать следующие требования к системе РАЭ, а именно, такая система должна:

•оповещать ответственных за учебные лаборатории о наличии нештатных ситуаций (запуск системы РАЭ, наличие возгораний, подтоплений и т. п.);

- исключать возникновение автоколебаний в системе автоматического регулирования напряжением, обусловленное включением и выключением различных типов нагрузки;
- иметь открытую архитектуру для свободной интеграции системы РАЭ с системами безопасности и жизнеобеспечения;
- выполнять свои функции в независимости от причин исчезновения напряжения на шинах потребителей;
- иметь защиту от короткого замыкания, чтобы не допускать аварийных режимов работы системы РАЭ, а при их выявлении отключать аварийные участки нагрузки от системы РАЭ;
- учитывать наличие в основной системе электроснабжения кратковременных просадок напряжения, обусловленных включением мощных устройств;
- вводиться в эксплуатацию за минимальный период времени.

С учетом сформулированных требований, предложена функциональная схема автоматизированной системы РАЭ комплекса учебных лабораторий полуподвального помещения (рис. 3), которая имеет три основных режима работы:

спящий режим – все устройства систем безопасности и жизнеобеспечения получают электроэнергию от основной сети электроснабжения. Однако некоторые устройства системы резервно-аварийного электроснабжения подключены к основной системе электроснабжения (заряд аккумуляторных батарей АКБ, что контролируется датчиком уровня заряда ДЗБ);

режим ожидания – при отсутствии основного энергоснабжения датчики и системы управления комплексов, обеспечивающих безопасность учебных лабораторий, запитаны от стационарно установленной аккумуляторной батареи АКБ;

рабочий режим – соответствует периоду функционирования дизельной генераторной установки. При этом все устройства систем безопасности и жизнеобеспечения подключены к системе резервно-аварийного электроснабжения.

Следует отметить, что в случае длительного отсутствия энергоснабжения для подзарядки АКБ автоматизированную систему РАЭ можно дополнительно оснастить маломощной солнечной батареей, которая в светлое время суток будет выполнять функции источника питания для цепей управления и зарядки АКБ.

Для повышения надежности работы систем аварийного электроснабжения и комплексов жизнеобеспечения, в рассмотренных установках использован подход децентрализованных систем управления, что позволяет каждому компоненту систем безопасности и жизнеобеспечения иметь прикладное целевое назначение.

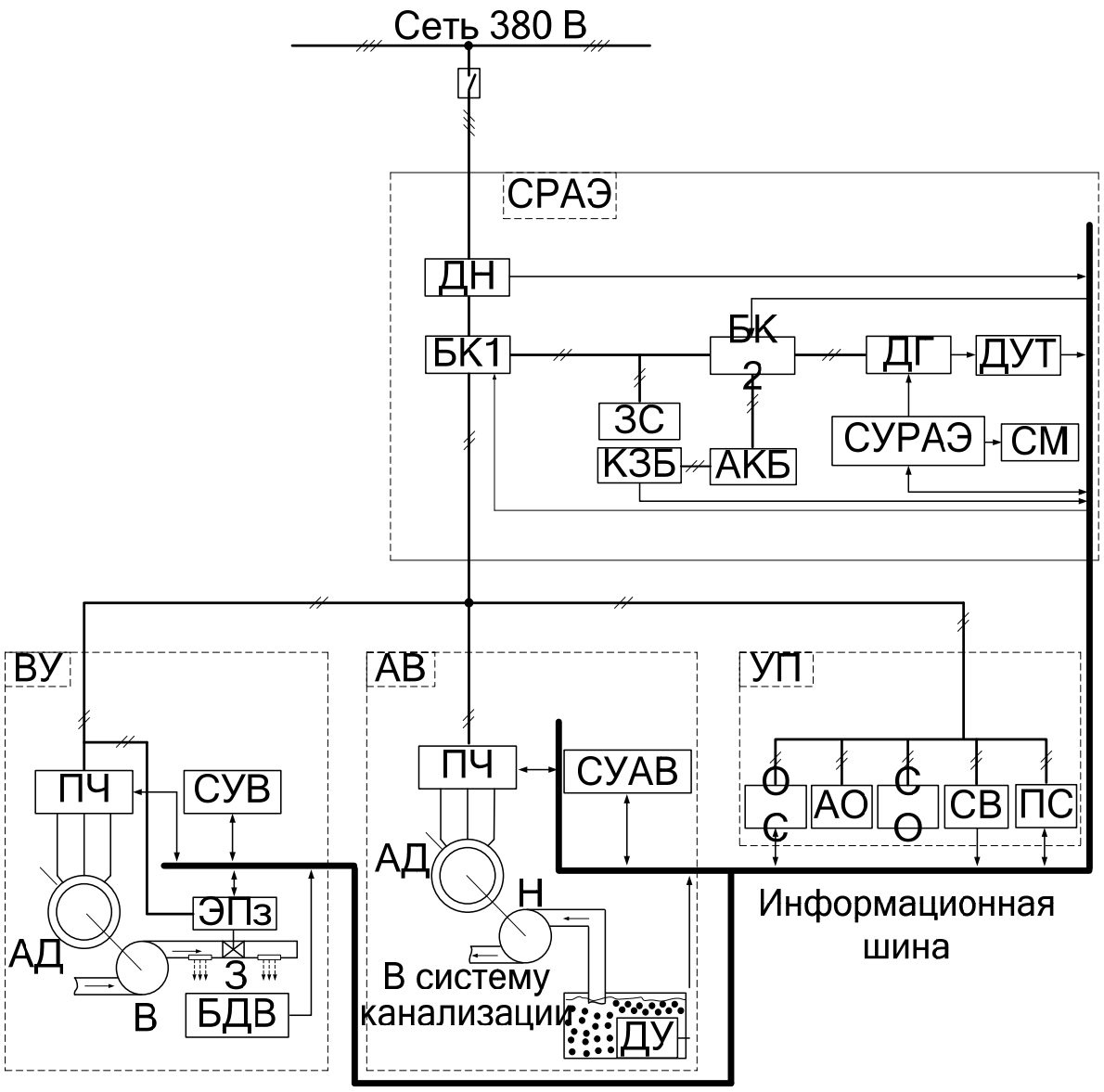


Рис. 3. Функциональная схема резервного и аварийного электроснабжения:

ДН – датчик напряжения; БК1, БК2 – блоки коммутации; АВР – аварийный ввод резерва; ДГ – дизельный генератор; СУРАЭ – система управления дизельным генератором; АКБ – аккумуляторная батарея; ВУ – вентиляционная установка; СУВ – система управления вентиляции; АД1, АД2 – асинхронные двигатели; В – вентилятор; ПЧ1, ПЧ2 – преобразователи частоты; БДКПВ – блок датчиков контроля параметров вентиляции; АВ – аварийный водоотлив; СУАВ – система управления аварийным водоотливом; Н – насос; ДУ – датчик уровня; УП – учебное помещение; АО – аварийное освещение; ОС – охранная сигнализация; ЗС – звуковая сигнализация; КЗБ – контроллер заряда батареи; ДУТ – датчик уровня топлива; СМ – система мониторинга; СО – система оповещения; СВ – система видеонаблюдение; ПС –пожарная сигнализация

На рис. 4 приведен обобщенный алгоритм функционирования автоматизированной системы резервно-аварийного электроснабжения.

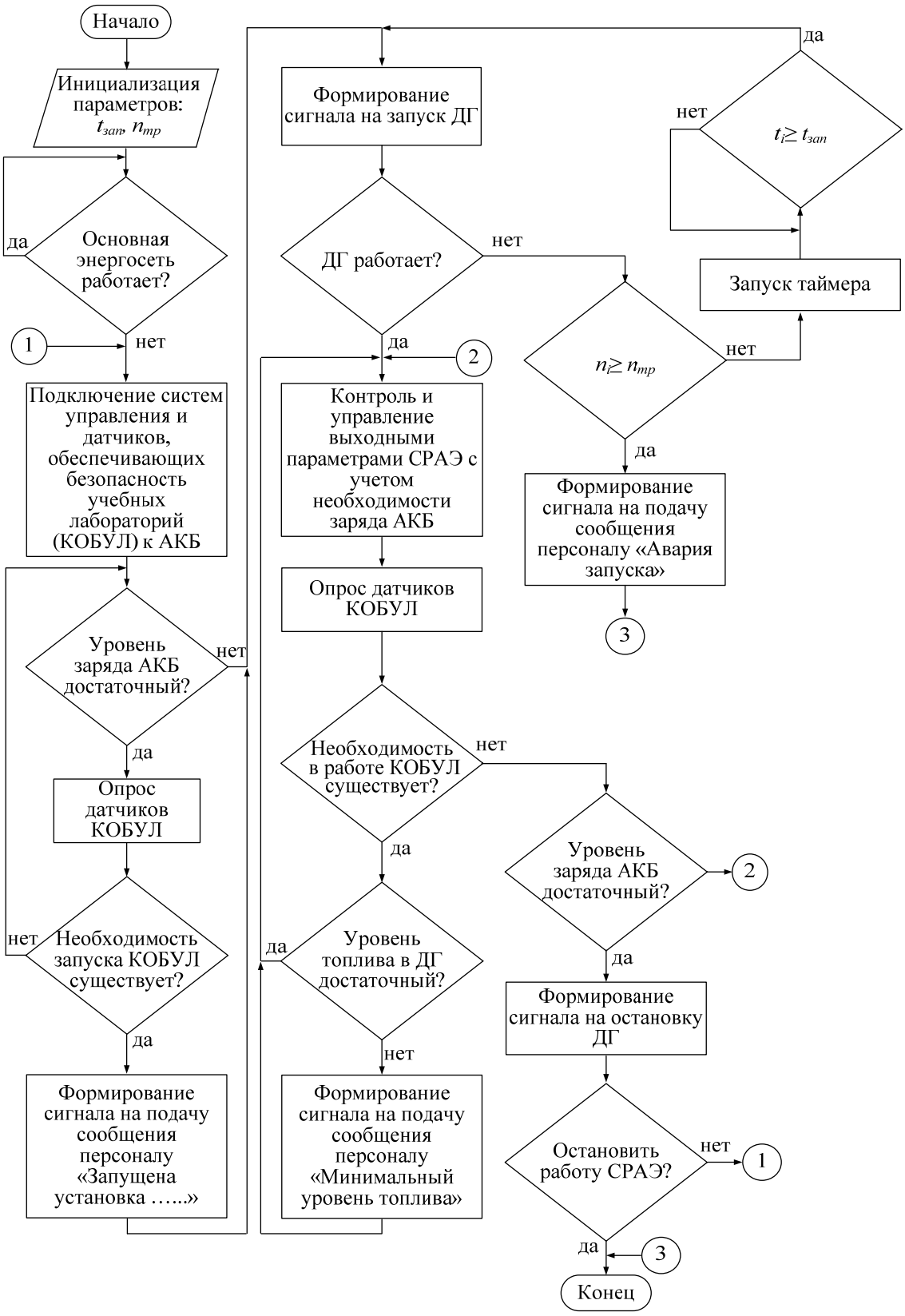


Рис. 4. Алгоритм функционирования системы РАЭ:
ДГ – дизельный генератор; t_i, $t_{зап}$ – текущее и установленное время паузы, соответственно; n_i, $n_{тр}$ – текущее и установленное количество последовательных неудачных запусков ДГ, соответственно; КОБУЛ – комплексы обеспечивающие безопасность учебных лабораторий, в соответствии с которым система управления аварийным электроснабжением формирует сигналы на запуск и остановку ДГ

Предложенный алгоритм учитывает необходимость функционирования и количество неудачных запусков ДГ. В случае превышения установленного персоналом значения n_{mp}, характеризующего количество совершенных последовательно неудачных запусков, СУРАЭ информирует персонал о наличии аварии.

Таким образом, автоматизированная система резервно-аварийного электроснабжения позволит:

- выполнять свои функции вне зависимости от причин исчезновения напряжения на шинах потребителей;
- оповещать ответственных за учебные лаборатории о наличии нештатных ситуаций;
- быстро обеспечить электроснабжение систем управления и датчиков КОБУЛ (в том числе и аварийного электроснабжения);
- отключать аварийные участки от резервной источника электрической энергии посредством блоков коммутации БК1, БК2;
- учитывать наличие в основной системе электроснабжения кратковременных просадок напряжения, обусловленных включением мощных устройств.

Выводы

Сформулированы требования к автоматизированной системе резервно-аварийного электроснабжения, учитывающие особенности функционирования устройств системы безопасности и жизнеобеспечения комплекса учебных лабораторий.

Предложенная структура автоматизированной системы резервно-аварийного электроснабжения позволит повысить безопасность и жизнеобеспечение учебных лабораторий в период отсутствия основного электроснабжения.

Алгоритм функционирования автоматизированной системы резервно-аварийного электроснабжения позволяет более рационально использовать топливо и моторесурс дизельного (бензинового) привода за счет автоматического определения необходимости работы дизельной генераторной установки.

Список литературы

1. Седов А. В. Обеспечение комфорта человека в помещении посредством инженерных систем / А. В. Седов, П. Д. Челишков, И. В. Редин // Вісник ДНАБА. – 2009. – Вип. 5/2009 (79). – С. 94–97.

2. Сукач С. В. Энергоэффективность систем проветривания изолированных помещений / С. В. Сукач // Вісник Кременчуцького

державного політехнічного університету : збірник наукових праць КДПУ. – Вип. 3 (50). – Ч. 1. – Кременчук : КДПУ, 2008. – С. 149–151.

3. Величко А. Л. Автоматизированная система обеспечения жизнедеятельности учебных лабораторий кафедры САУЭ / А. Л. Величко, С. В. Сукач, М. А. Кобылянский, А. В. Мозговой // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – Вип. 4/2010 (63). – Ч. 1. – Кременчук : КДУ імені Михайла Остроградського, 2010. – С. 28–30.

4. Топольский Н. Г., Иванников В. Л. Автоматизированная система безопасности и жизнеобеспечения объекта. Патент международной регистрационной палаты № 000112 (0000910015, серия МО от 15.08.96).

5. Мозговой А. В. Исследовательский тренажерный вентиляционный комплекс для подготовки специалистов-электромехаников / А. В. Мозговой, М. А. Кобылянский, А. Л. Величко, А. А. Сердюк, С. В. Сукач, А. С. Метель / Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації : матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів, 28–29 березня 2012 р., м. Кременчук. – С. 67–70.

6. Сукач С. В. Технічні рішення з підвищення ефективності системи індивідуального провітрювання лабораторних приміщень / С. В. Сукач, О. В. Шутька // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – 2010. – Вип. 3/2010 (62). – Ч. 2. – С. 51–55.

7. Мозговой А. В., Сукач С. В., Величко А. Л., Кобылянский М. А. Стабилизация климатических параметров в лабораторных помещениях с использованием двухканальной системы управления / А. В. Мозговой, С. В. Сукач, А. Л. Величко, М. А. Кобылянский // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського : збірник наукових праць КДУ. – Вип. 4/(63), Ч. 3. – Кременчук : КГУ, 2010. – С.49–52.

8. Кобылянский М. А., Мозговой А. В., Величко А. Л. Автоматизированный комплекс пожаротушения и интеграция его в систему безопасности и жизнеобеспечения учебных лабораторий / Электромеханические системы, методы моделирования и оптимизации : Десятая всеукраинская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов, 28 – 29 марта 2012 г. – Кременчуг. – С. 37–39.

Дата подання статті до збірника – 26.10.2015
Рецензент – д-р техн. наук Запорожець О.І.

УДК 656.71.053.7(045)

С. М. Чумаченко, д-р техн. наук *(Український НДІ цивільного захисту)*

ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ РІВНІВ ШУМУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ З ЦІЛОДОБОВИМ РЕЖИМОМ РОБОТИ

Виконано огляд заходів зі зниження рівня шуму на підприємствах з цілодобовим циклом функціонування. Визначено, що застосування обчислювальної техніки для моделювання поширення шуму дозволяє мінімізувати шкідливий вплив шуму на навколишнє середовище.

Ключові слова: *шум, шумове навантаження, аеропорт.*

Проведен обзор мероприятий по снижению уровня шума на предприятиях с круглосуточным циклом функционирования. Установлено, что применение вычислительной техники для моделирования распространения шума позволяет минимизировать вредное влияние шума на окружающую среду.

Ключевые слова: *шум, шумовая нагрузка, аэропорт.*

The review of measures is conducted on the decline of level of influence of noise on enterprises with the round-the-clock cycle of functioning. Certainly, that application of the computing engineering for the design of distribution of noise allows to minimize harmful influence of noise on circumferential an environment.

Keywords: *noise, noise loading, airport.*

Вступ. Підприємства з цілодобовим режимом роботи створюють значне шумове навантаження на навколишнє середовище. В основному це підприємства, розташовані поблизу або в зоні житлової забудови. Крім деяких видів гірничих та металургійних підприємств, джерелами шумового навантаження є також транспортні засоби, зокрема авіаційний транспорт. Авіаційний транспорт є одним з основних засобів пересування, що беруть участь у транспортних процесах світу. Специфіка цього виду транспорту (швидкість, комфортабельність тощо) зумовлює його пріоритетний подальший розвиток. Парк повітряних суден постійно зростає. Внаслідок збільшення кількості повітряних суден збільшується розмір і кількість аеропортів, а також кількість засобів обслуговування парку літаків. У зв’язку з реконструкцією аеропортів, що знаходяться у зоні житлової забудови для приймання далекомагістральних і транспортних літаків (наприклад, у Києві – це аеропорти «Київ» і «Жуляни», АНТК «Антонов») значно зростає акустичне навантаження.

Стан проблеми. У зв'язку зі зростанням кількості авіаперевезень все більшого значення набувають екологічні та гігієнічні аспекти авіації, тобто її вплив на навколишнє середовище та людину. Експлуатація та розвиток будь-якого аеропорту спричиняє шкідливий вплив на довкілля: шумове забруднення, викиди в атмосферу, забруднення води та ґрунту, руйнування природного місця існування тваринного та рослинного світу. Ці фактори є наслідком експлуатації аеропорту та розвитку його інфраструктури.

Особливої шкоди авіація завдає людям, які живуть безпосередньо поблизу так званої зони аеропорту, тобто місця, де знаходяться літак, і люди, які його обслуговують. Найголовнішим шкідливим чинником діяльності авіації є шум. Про авіаційний шум вперше серйозно заговорили у 1968 році, коли Асамблея Міжнародної організації цивільної авіації визнала серйозність проблеми авіаційного шуму в зоні аеропорту і було прийнято резолюцію про необхідність розроблення міжнародних норм [1, 2].

Основний матеріал. Підраховано, що більш ніж половина населення Західної Європи проживає в районах, де рівень шуму становить 55–70 дБ.

Несприятливий вплив шуму на людину пов'язаний з загальним роздратуванням, перешкодами розмовам, неможливістю заснути, неможливістю зосередитись на виконанні конкретної роботи. Шум належить до тих факторів, які активно впливають на організм людини. Встановлено, що травматичний вплив шуму на людський організм сильніший за інші складові негативного впливу навколишнього середовища. Це зумовлено тим, що слуховий аналізатор, який сприймає шумове подразнення, належить до вищих функцій нервової системи. Ступінь психологічної та фізіологічної сприйнятливості до шуму визначається типом вищої нервової діяльності, характером сну, рівнем фізичної активності, ступенем нервового і фізичного перенапруження, наявністю шкідливих звичок (алкоголь і куріння). Звукові подразники створюють передумову для виникнення в корі головного мозку джерел збудження або гальмування. Це веде до зниження працездатності, у першу чергу розумової, оскільки зменшується концентрація уваги, збільшується кількість помилок, розвивається стомленість. Шум призводить до погіршення роботи серця, печінки, перенапруги нервових клітин. Ступінь впливу залежить від реакції людини на шум та фізичних характеристик шуму – інтенсивності та спектра, а також тривалості впливу.

Зазвичай реакція людини на шум індивідуальна. Деякі люди терпимі до шуму, в інших він викликає роздратування, прагнення піти від джерела шуму. Психологічна оцінка шуму в основному базується на понятті сприйняття, причому велике значення має ставлення до джерела шуму. Ця оцінка визначає, чи буде шум сприйматися таким, що заважає. Зазвичай найбільше занепокоєння відчувають люди, які страждають захворюваннями нервової та серцево-судинної систем,

шлунково-кишкового тракту. Відсоток скарг від цієї частини населення (64…90 %) набагато більший, ніж від здорових людей (39…52 %). Шум і звукові коливання з частотою менше ніж 16 Гц (інфразвук) шкідливо впливають на живлення тканин внутрішніх органів і на психічну сферу людини. Так, наприклад, дослідження, проведені датськими вченими, показали, що інфразвук викликає у людей стан, аналогічний морській хворобі, особливо при частоті, меншій за 12 Гц.

Крім того, міські жителі частіше, ніж сільські, скаржаться на шум літаків (20…25 %), що, очевидно, можна пояснити підвищеною чутливістю городян до шуму внаслідок впливу на них ще й промислового, транспортного, комунального шумів. В Україні рівні шуму регулюються санітарними нормами [3], проте вони стосуються персоналу з експлуатації авіатранспорту. Низка досліджень та прикладних розробок з цієї проблеми стосуються окремих аспектів: екранування авіаційного шуму за рахунок відповідного планування аеропорту [4], зниження шуму за рахунок удосконалення шумових характеристик повітряних суден та оптимізації роботи аеропортів [5]. Незважаючи на наявність в Україні сучасної нормативної бази щодо обмеження забудови в околицях аеропорту (додатки 18, 19 [6]), проблема зниження рівнів авіаційного шуму лишається актуальною.

Мета роботи – розроблення комплексу заходів зі зниження та прогнозування шумового навантаження на населення з боку авіаційного транспорту.

Сучасний парк повітряних суден складається з порівняно численної категорії літаків, обладнаних реактивними двигунами зі злітною масою понад 40 т. Ці літаки експлуатуються з аеродромів, які мають злітно-посадочну смугу довжиною більш ніж 1800 м і належать до категорії найбільш шумних. Шум, що утворюється сучасним повітряним судном, складається з шуму його силової установки та аеродинамічного шуму обтікання планера. Визначальним зазвичай є шум силової установки, однак на окремих етапах польоту, наприклад, при зниженні на посадку важких реактивних літаків, коли двигуни працюють на порівняно низьких режимах, аеродинамічний шум стає особливо помітним. Зафіксовано, що під час зльоту шумних видів літаків зоною ураження є навколишня місцевість в районі 10…20 км. Наприклад, при зльоті літака з аеропорту «Київ» шум з максимальним рівнем 75 дБ фіксується на відстані більше ніж 10 км від аеропорту. Треба зазначити, що ставлення до одного й того ж рівня шуму в різний період доби неоднакове, так, вдень при рівні шуму 66 дБ рівень скарг – 33 %, але той самий рівень шуму вночі непокоїть 92 % населення.

При цьому постійно зростає соціально-економічна значущість проблеми, обумовлена збільшенням чисельності людей, які працюють в умовах впливу акустичного фактора, та серйозністю наслідків цього впливу, що виражаються в професійній захворюваності авіафахівців, зниженні продуктивності їхньої праці, підвищення ризику помилкових

дій, необхідності різного роду компенсацій за роботу у шкідливих умовах праці. Тобто, виникають дві проблеми: охорони навколишнього середовища та охорони праці.

Для того, щоб знизити рівень шуму, уживають запобіжних заходів, що поділяються на кілька напрямів: створення умов, при яких дія шуму суттєво знижується, або внесення змін стосовно джерел шуму, зокрема літальних апаратів, наприклад, заміною старих літаків більш новими моделями, які сертифіковані відповідно до нових стандартів і мають набагато нижчий рівень шуму. Ще одним способом знизити шум літака – є його модифікація, щоб він відповідав стандартам сертифікації. Зазвичай такий спосіб застосовують дуже рідко, оскільки він є досить затратним.

Більш популярними є методи, що дозволяють знизити рівень шуму незалежно від видів літальних апаратів. Заходи, розроблені в ряді країн, контролюють використання повітряного простору і цим самим знижують вплив шуму, що генерується повітряними судами, шляхом обмеження їх експлуатації в певний час доби. Практична реалізація цих заходів зводиться до обмеження часу, протягом якого в аеропорту дозволено польоти повітряних суден. У міжнародному аеропорту Женеви (Швейцарія) введено обмеження на зльоти і посадки в нічний час (з 22.00 до 6.00) для всіх видів повітряного сполучення. Відомі також приклади часткових обмежень на зльоти і посадки в нічний час доби, причому в цьому випадку йдеться про такі аеропорти, де адміністрація дозволяє певні види операцій вночі виходячи з типу або класу повітряного судна. Обмеження експлуатації повітряних суден у певні години доби вважається найбільш суворим видом боротьби з шумом в галузі. Ці обмеження можуть мати значні економічні наслідки для повітряного транспорту, особливо в тих випадках, коли повітряні перевезення пов’язані з багатьма часовими поясами.

З метою зменшення дратівної дії шуму необхідно пов’язувати вибрані маршрути польоту з розташуванням повітряного судна в просторі відносно території, яка використовується для житлового будівництва.

У багатьох аеропортах приписані курси проходження повітряних суден, які знаходяться в зоні незаселених земельних ділянок, включаючи водні простори, сільськогосподарські угіддя, лісові та степові масиви або відкриті простори. Це дає можливість значно зменшити вплив шуму на населені райони.

Для запобігання шкідливої дії шуму вживається також ряд наземних заходів, наприклад, здійснюється обмеження інтенсивності польотів. Такі обмеження встановлюють граничну кількість операцій повітряних суден, які можуть бути здійснені в межах певного періоду. До цих обмежень відноситься регламентація кількості зльотів і посадок транспортних літаків, дозволених у конкретному аеропорту протягом доби. Обмеження такого виду справляють помітний вплив на об’єми перевезень і пропускну здатність аеропорту.

Багато аеропортів обладнані пристроями, призначеними для експлуатації та ремонту повітряних суден. Складовим елементом цього процесу є обов'язкове проведення статичних випробувань двигунів на певних режимах. Додатковими джерелами шуму можуть виявитися допоміжні силові установки, агрегати електропостачання, а також інше допоміжне обладнання. Більша частина робіт, пов'язаних з гонкою двигунів (тобто виведенням двигунів на різні режими з метою випробувань), проводиться у час, не пов'язаний з польотами, і це означає, що напружена робота з технічного обслуговування повітряних суден часто ведеться у нічний або ранковий час, що створює незручності для населення розташованих поблизу житлових районів. Як наслідок, одним із методів зниження рівня шуму є введення нормативних обмежень для обслуговуючої техніки при наземній гонці двигунів.

Ще одним методом є відбуксування літаків на місце гонки з відімкнутими системами, однак він не є розповсюдженим через ризик пошкодження шасі та інших допоміжних систем. Тим не менше цей метод може знайти застосування при розв'язанні завдань безпечної експлуатації та переміщення техніки.

Дієвими способами зниження шуму є грошові збори, які встановлюються пропорційно до шуму, що генерується літаком.

Група заходів із землевпорядкування поблизу аеропорту, є найбільш ефективними. Загальний план розвитку аеропорту є офіційним документом, прийнятим органами міської влади. Такі плани мають довгостроковий характер і розраховані на 10…20 років. В ідеальному варіанті генеральний план розвитку аеропорту має бути невід'ємною частиною розвитку району і план розвитку району має передбачати розвиток аеропорту. Важливо, щоб при виборі території під будівництво, яка потенційно може опинитись під впливом шуму, було вжито заходи з його зниження. Це можна зробити шляхом узгодження архітектурних рішень у можливих майбутніх межах аеропорту шляхом узгодження з адміністрацією.

Ще одним із заходів, на запровадження якого варто звернути увагу, є модифікація норм і правил щодо впливу шуму, запобіжних заходів і звукоізоляції, що використовуються для житлових приміщень. Зокрема, такі норми могли б набрати чинності при введенні в експлуатацію приміщень на певній відстані від аеропорту.

Для оцінки міри придатності до забудови територій в околицях спроектованих і діючих аеропортів будуються контури авіаційного шуму, які створюють літальні апарати при їх льотній і наземній експлуатації. Ці розрахункові побудови рекомендується виконувати виходячи з найбільш несприятливих умов експлуатації.

Інструментальні методи контролю рівнів авіаційного шуму досить трудомісткі у використанні та залежать від зовнішніх чинників [7]. Для оптимізації цього процесу доцільно визначати зони акустичної дії відносно злітних смуг для кожного аеропорту з урахуванням парку

літаків із графічним зображенням отриманих результатів у масштабі за допомогою спеціального програмного забезпечення. Перевагою цього методу є можливість проведення експериментів із заданою точністю потрібну кількість разів. Це дозволяє зменшити затрати на експеримент, а також здійснити оптимальне планування не тільки захисних споруд і будинків, а й повітряних трас, режимів руху та частоти польотів.

Висновки

У зв'язку з розвитком галузі авіаперевезень гостро постає проблема зниження шкідливого впливу літальних апаратів на довкілля. Розроблено багато методів, що дозволяють регулювати такий вплив. Впровадження хоча б кількох із них дозволить істотно знизити рівень авіаційного шуму та зменшити кількість скарг від населення, яке проживає недалеко від аеропортів і трас польотів літаків. Для вирішення більш складних уже існуючих проблем необхідно здійснювати постійний моніторинг авіаційного шуму та прогнозування його поширення на прилеглі території в майбутньому. Використання сучасної обчислювальної техніки для моделювання поширення авіаційного шуму дозволить мінімізувати затрати на експерименти та порівняти їх результати.

Список літератури

1. Environment protection. Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Aircraft Noise – Montreal: ICAO, 1991. – Vol.1. – 26 p.
2. Community responsibility needed for noise. Colloquium on Environmental aspects of Aviation, Montreal, 9–11 Apr. 2001 Montreal : ICAO. – 2001. – P. 18–24.
3. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 [Чинний від 1999-01-12]. – К. : МОЗ України, 1999. – 29 с. (Державні санітарні норми України).
4. Коновалова Е. В. Усовершенствование проектирования генерального плана аеропорта с учетом акустического фактора: дис. … кандидата техн. наук : 21.06.01 / Коновалова Е. В. – К., 2005. – 220 с.
5. Токарев В. И. Снижение шума при эксплуатации пассажирских самолетов / В. И. Токарев, А. И. Запорожець, В. А. Страхолес. – К. : Техніка, 1990. – 127 с.
6. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (Затверджені наказом МОЗ України від 19.06.1996р № 173). – К. : Укрархбудінформ, 2002. – 59 с. (Державні санітарні правила України).
7. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження : ДСТУ 2887-94 [Чинний від 1995-01-05]. – К. : Держстандарт України, 1995. – 15 с. (Національний стандарт України).

Дата подання статті до збірника – 20.11.2015

РЕФЕРАТИ

УДК 331.45:622.4

Дєньгін А. П., Назаренко М. В. Автоматизована система розрахунку вентиляції підземних рудників // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 3–14.

У статті розглядаються питання використання автоматизованої системи «Розрахунок вентиляції» на базі інформаційно-аналітичної платформи K-MINE для автоматизованих розрахунків параметрів систем вентиляції шахт і рудників з метою підвищення рівня безпеки повітряного середовища у виробках.

Іл. – 4, список літ. – 6 назв.

УДК 331.45:622.4

Деньгин А П., Назаренко М. В. Автомитизированная система расчета вентиляции подземных рудников // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 3–14.

В статье рассмотриваются вопросы использования автоматизированной системы «Расчет вентиляции» на базе информационно-аналитической платформы K-MINE для автоматизированных расчетов параметров систем вентиляции шахт и рудников с целью повышения уровня безопасности воздушной среды в выработках.

Ил. – 4, список лит. – 6 наим.

UDC 331.45

Dengin A. P., Nazarenko M. V. Automated system of ventilation calculation for underground mines // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 3–14.

The questions of «Ventilation calculation» automated system use on the basis of information-analytic platform K-Mine for automated parameters calculations of mine and open-pit ventilation systems to increase air safety level in excavations are considered in the article.

Figs. – 4, refs – 6.

УДК 621.396:621.391.82

Глива В. А. Забезпечення стабільності функціонування технологічного обладнання в умовах підвищення електромагнітного навантаження на виробниче середовище // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 15–24.

Розглянуто різноманітні електромагнітні впливи на електронне та електричне обладнання та розробленно заходи з підвищення електромагнітної сумісності технологічного обладнання та електромагнітної безпеки персоналу. Досліджено взаємний вплив технічних засобів, розміщених у будівлі, та умови зниження цього взаємовпливу на обладнання та працюючих. Визначено, що найбільш дієвими заходами з підвищення електромагнітної сумісності технічних засобів є раціональне їх розміщення у будівлі та екранування з мінімальними коефіцієнтами відбиття.

Іл. – 1, список літ. – 24 назви.

УДК 621.396:621.391.82

Глыва В. А. Обеспечение стабильности функционирования технологического оборудования в условитях повышения электромагнитной нагрузки на производственную среду // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «НИИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 15–24.

В статье рассмотрены различные электромагнитные влияния на электронное и электрическое оборудование, а также разработаны меры по повышению электромагнитной совместимости технологического оборудования и электромагнитной безопасности персонала. Исследовано взаимное влияние технических средств, расположенных в здании, и условия снижения этого взаимовлияния на оборудование и работающих. Определено, что наиболее действенными мерами по повышению электромагнитной совместимости технических средств является рациональное их размещение в здании и экранирование с минимальными коэффициентами отражения.

Ил. – 1, список лит. – 24 наим.

UDC621.396:621.391.82

Glyva V. A. Ensuring the stability of the technological equipment uslovityah increase electromagnetic load on the production environment // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 15–24.

In the article the different electromagnetic influences on electrical and electronic equipment and the development and improvement measures the electromagnetic compatibility technology equipment and electromagnetic safety personnel. Investigated the mutual influence of technical facilities located in the building, and the conditions for mutual decrease of equipment and workers. It was determined that the most effective measures to improve the electromagnetic compatibility of technical means is the rational placement of buildings and screening with minimal reflection coefficients.

Figs. – 1, refs – 24.

УДК 331.45

Кружилко О. Є., Майстренко В. В., Радіонов М. О., Полукаров О. І. Перспективи розвитку інформаційно-аналітичної системи Держпраці України // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 25–34.

У статті викладено основні положення створення інформаційно-аналітичної системи Державної служби України з питань праці. Запропоновано алгоритм розроблення, прийняття та оцінки ефективності оперативних управлінських рішень.

Іл. – 1, список літ. – 1 назва.

УДК 331.45

Кружилко О. Е., Майстренко В.В., Радионов Н. А., Полукаров А. И. Перспективы развития информационно-аналитической системы Гоструда Украины // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 25–34.

В статье изложены основные положения создания информационно-аналитической системы Государственной службы Украины по вопросам труда. Предложен алгоритм разработки, принятия и оценки эффективности оперативных управленческих решений.

Ил. – 1, список лит. – 1 наим.

UDC 331.45

Kruzhilko O. Y., Maystrenko V. V., Radionov M. O., Polukarov O. I. Prospects for the development of information-analytical system Gostruda Ukraine // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 25–34.

The article describes the main provisions of the information-analytical system of State service of Ukraine on labor. An algorithm for the development, adoption and evaluation of the effectiveness of the operational management decisions.

Figs. – 1, refs – 1.

УДК 622.87:614.891.1

Долженков О. Ф. Обґрунтування вимог до раціоналізації теплозахисного шахтарського спецодягу // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2014. – Вип. 30. – С. 35–44.

Отримано регресійні моделі, що описують вплив обводнювання виробок на настання захворювань органів дихання, температури та швидкості руху повітря; розроблено класифікацію контингенту шахтарів, якаґрунтується на аналізі умов праці; розраховано тепловий опір пакету шахтарського спецодягу для гірників; обґрунтовано вимоги до раціонального теплозахисного спецодягу.

Табл. – 3, список літ. – 5 назв.

УДК 622.87:614.891.1

Долженков А. Ф. Обоснование требований к рационализации теплозащитной шахтёрской спецодежды // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 35–44.

Получены регрессионные модели, описывающие влияние обводнённости выработок на возникновение заболеваний органов дыхания, температуры и скорости движения воздуха; разработанаклассификация контингента шахтёров, основанная на анализе условий труда;рассчитано тепловое сопротивление пакета шахтерской спецодежды для горнорабочих; обоснованы требования к рациональной теплозащитной спецодежде.

Табл. – 3, список лит. – 5 наим.

UDC 622.87:614.891.1

Dolzhenkov O. F. Justification of requirements to rationalize the heat protective clothing miner// Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 35–44.

Regressive models, describing influence on the origin of diseases of organs of breathing of water-bearing nature of making, temperature and rate of movement of air, are got; classification of contingent of miners, based on the analysis of terms of labor, is developed; thermal resistance of package of miner's overall is expected for miners; requirements are grounded to the rational heatcover overall.

Tabl. – 3, refs – 5.

УДК 331.452

Таірова Т. М. Проблеми виробничого травматизму на транспорті // Проблеми охорони праці в Україні . – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 45–57.

У статті наведено результати досліджень травматизму на транспорті внаслідок дорожньо-транспортних пригод, що сталися з працівниками при виконанні трудових обов'язків, проаналізовано домінуючі причини його настання та події, що призвели до дорожньо-транспортних пригод, з урахуванням віку травмованих. Розроблено математичні моделі, що характеризують залежність виробничого травматизму через ДТП від професійного стажу та технічного стану транспортних засобів.

Іл. – 6, список літ. – 7 назв.

УДК 331.452

Таирова Т. Н. Проблемы производственного травматизма на транспорте // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 45–57.

В статье приведены результаты исследований травматизма на транспорте во время дорожно-транспортных происшествий, которые произошли с работниками при выполнении трудовых обязанностей. Проанализированы доминирующие причины и события, которые привели к дорожно-транспортным происшествиям, с учетом возраста травмированных. Разработаны математические модели, которые характеризуют связь производственного травматизма вследствие ДТП с профессиональным стажем водителей и техническим состоянием транспортных средств.

Ил. – 6, список лит. – 7 наим.

UDC 331.452

Tairova T. M. Work-related accidents on transport // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P.45–57.

The results researches of traumatism in production from road traffic accidents that occurred with workers at implementation by them professional duties are driven in the article. The dominant causes and events that led to traffic accidents, age of traumatized were analyzed. Mathematical models which characterize connection of production traumatism because of DTP with professional experience of drivers and technical state of transport vehicles are developed.

Figs. – 6, refs – 7.

УДК 697.92:628.87: 613.6(045)

Сукач С. В. Дослідження впливу систем вентиляції на аероіонний склад повітря в нестандартних приміщеннях // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 58–66.

У статті розглянуто технологічну схему автоматизованих вентиляційних експериментально-дослідницьких систем.

Проведено експериментальні дослідження впливу вентиляції на аероіонний склад повітря і аналіз динаміки концентрації легких іонів у двох нестандартних тестових приміщеннях. Доведено різнохарактерний вплив на них припливної та витяжної вентиляційних систем і перспективність подальших досліджень.

Іл. – 6, табл. – 2, список літ. – 10 назв.

УДК 697.92:628.87: 613.6(045)

Сукач С. В. Исследование влияния систем вентиляции на аэроионный состав воздуха в нестандартных помещениях // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 58–66.

В статье рассмотрена технологическая схема автоматизированных вентиляционных экспериментально-исследовательских систем.

Проведены экспериментальные исследования влияния вентиляции на аэроионный состав воздуха и анализ динамики концентрации легких ионов в двух нестандартных тестовых помещениях. Доказано разнохарактерное

влияние на них приточной и вытяжной вентиляционных систем и перспективность дальнейших исследований.

Ил. – 6, табл. – 2, список лит. – 10 наим.

UDC 697.92:628.87: 613.6(045)

Sukach S. V. Investigation of the effect of ventilation on the air ion formula in non- smokers // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 58–66.

In the article was considered the technological scheme the technological scheme automated ventilation vent experimental research systems.

Experimental research of the effect of ventilation on air ion formula analysis of the dynamics of air and light ions concentration in non-standard test in two areas had been conducted. Of different character impact on them tidal ventilation and exhaust systems and the prospects for future research was proved.

Figs. – 6, tabl. – 2, refs – 10.

УДК 331.452

Сербінова Л. А. Загальний стан виробничого травматизму в Україні та шляхи вирішення цього питання // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С.67–74.

Проведено аналіз стану виробничого травматизму та професійних захворювань в Україні за 2011–2014 рр. та І півріччя 2015 року. Обґрунтовано необхідність адаптації національного законодавства до законодавства Європейського Союзу.

Україна в процесі інтеграції у європейське співтовариство потребує не тільки вдосконалення чинних правових норм, а й створення нових, які б відповідали світовим стандартам і вимогам, що, як і вся чинна міжнародна правова система, ґрунтуються, передусім, на принципах охорони та захисту прав людини і громадянина.

Іл. – 2, список літ. – 7 назв.

УДК 331.452

Сербинова Л. А. Общее состояние производственного травматизма в Украине и пути решения этого вопроса // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 67–74.

Проведен анализ состояния производственного травматизма и профессиональных заболеваний в Украине за 2011–2014 гг. и I полугодие 2015 года. Обоснована необходимость адаптации национального законодательства к законодательству Европейского Союза.

Украина в процессе интеграции в европейское сообщество нуждается не только в усовершенствовании действующих правовых норм, но в и создании новых, которые соответствовали бы мировым стандартам и требованиям, что, как и вся действующая международная правовая система, основываются, прежде всего, на принципах охраны и защиты прав человека и гражданина.

Ил. – 2, список лит. – 7 наим.

UDC 331.452

Serbinova L. A. Overall condition of occupational injuries in Ukraine and ways to address this issue // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 67–74.

An analysis of occupational injuries and illnesses in Ukraine for the years 2011-2014 and the half of 2015. The necessity of adapting national legislation to the EU legislation.

Ukraine in the process of integration in European community needs not only improvement of operating legal norms, but in and creation of new, which would correspond world standards and requirements, that, as well as all operating international legal system, founded, foremost, on principles of guard and defense of human and citizen rights.

Figs. – 2, refs – 7.

УДК 538.69:331.45

Перельот Т. М. Удосконалення національної нормативної бази з набуттям чинності загальноєвропейських стандартів з електромагнітної безпеки та сумісності технічних засобів // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 74–80.

У роботі розглянуто проблеми, пов’язані з набуттям чинності в Україні загальноєвропейських нормативів з електромагнітної безпеки та сумісності технічних засобів. Встановлено, що пріоритетами у цій роботі є узгодження метрологічної бази та підвищення вимог до електромагнітної безпеки працюючих із врахуванням більш жорстких норм з електромагнітної сумісності технічних засобів.

Список літ. – 16 назв.

УДК 538.69:331.45

Перелёт Т. Н. Усовершенствование национальной нормативной базы при введении в действие общеевропейских стандартов по электромагнитной безопасности и совметимости технических средств // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 74–80.

В работе рассмотрены проблемы, связанные с введением в действие в Украине общеевропейских нормативов по электромагнитной безопасности и совместимости технических средств. Установлено, что приоритетами в этой работе являются согласование метрологической базы и повышение требований к электромагнитной безопасности работающих с учетом более жестких норм по электромагнитной совместимости технических средств.

Список лит. – 16 наим.

UDK 538.69:331.45

Perelyot T. M. Perfection of national normative base with вступлением by virtue of the European standards on electromagnetic safety and совметимости of technical equipments // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 74–80.

The article examines the problems associated with the introduction of pan-European standards in Ukraine for electromagnetic safety and compatibility of technical equipment. It was found that the priorities of this work is to harmonize the metrological base and raising the requirements for electromagnetic safety of workers in view of more stringent standards for electromagnetic compatibility of technical means..

Refs – 16.

УДК 331.45:621.7

Лук’яненко Г. О. Хімічні процеси утворення шкідливих речовин у складі зварочних аерозолів // Проблеми охорони праці в Україні . – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 81–90.

У статті представлено хімічні реакції в зварювальній дузі, що мають суттєвий вплив на властивості наплавного металу і на технологічні властивості дуги, а також призводять до утворення специфічних токсичних речовин (сполук), зварювальних аерозолів і газів, які в свою чергу негативно впливають на здоров’я зварників. Процеси їх утворення і

поширення необхідно враховувати при організації робочого місця, створенні сучасних засобів захисту та менш токсичних марок електродів.

Список літ. – 10 назв.

УДК 331.45:621.7

Лукьяненко А. О. Химические процессы образования вредных веществ в составе сварочных аэрозолей // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 81–90.

В статье представлены химические реакции в сварочной дуге, которые имеют существенное влияние на свойства наплавного металла и на технологические свойства дуги, а также приводят к образованию специфических токсичных веществ (соединений), сварочных аэрозолей и газов, которые, в свою очередь, негативно влияют на здоровье сварщиков. Процессы их образования и распространения необходимо учитывать при организации рабочего места, создании современных средств защиты и менее токсичных марок электродов.

Список лит. – 10 наим.

UDK 331.45:621.7

Lukianenko A.O. The chemical process of the formation hazardous substances in welding aerosol. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 81–90.

This review article describes a chemical reaction in arc welding, which have a significant influence on the properties of the filler metal and to the technological properties of the arc, and also lead to the formation of specific toxic substances (compound), welding fumes and gases, which in turn adversely affect the health of welder. The processes of formation and distribution which must be taken into account in the organization of the workplace, the establishment of modern means of protection, and less toxic brands electrodes.

Refs – 10.

УДК 662.245:331.45

Логінова І. І. Травматизм і аварійність при переробці мінеральної сировини в гірничорудній промисловості // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 91–98.

В статті досліджено стан виробничого травматизму під час здійснення окремих технологічних процесів для розроблення та втілення в життя

науково обґрунтованих пропозицій щодо збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Проведено аналіз аварійності та виробничого травматизму на підприємствах гірничорудної промисловості. Розглянуто основні причини травмування робітників на збагачувальних підприємствах та основні заходи щодо запобігання виробничому травматизму.

Список літ. – 2 назви.

УДК 662.245:331.45

Логинова И. И. Травматизм и аварийность при переработке минерального сырья в горнорудной промышленности // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 91–98.

В статье исследовано состояние производственного травматизма при осуществлении отдельных технологических процессов для разработки и внедрения научно обоснованных предложений по сохранению здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Проведен анализ аварийности и производственного травматизма на предприятиях горнорудной промышленности. Рассмотрены основные причины травмирования рабочих на обогатительных предприятиях и основные мероприятия по предотвращению производственного травматизма.

Список лит. – 2 наим.

UDK 622.245:331.45

Loginova I. I. Injuries and accidents in the processing of mineral raw materials in the mining industry // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 91–98.

The paper investigates the state of occupational injuries in the course of separate processes for the development and implementation of scientifically based proposals for the preservation of health and disability rights in the workplace. The analysis of accident and injury on mining industry. The main causes of injury to workers enrichment plants and basic measures to prevent occupational injuries

Refs – 2.

УДК 331.46

Кружилко О. Є., Богданова О. В. Застосування провідних та керованих індикаторів для визначення результативності оцінки ризику // Проблеми

охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 99–105.

Проведено дослідження результативності оцінки ризиків, запропоновано критерії її визначення згідно з вимогами BS OHSAS 18001:2007 для кожного з етапів проведення оцінки ризику. Застосовано провідні та керовані індикатори із шкалами оцінювання, що дозволяють визначити результативність оцінки ризику як низьку, середню або високу. Доведено практичну цінність результатів дослідження, які можуть бути використані для удосконалення процесу оцінки ризиків і підвищення результативності системи управління гігієною та безпекою праці організації.

Іл. – 1, табл. – 3, список літ. – 9 назв.

УДК 331.46

Кружилко О. Е., Богданова О. В. Применение ведущих и управляемых индикаторов для определения оценки риска // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 99–105.

Проведено исследование результативности оценки рисков, предложены критерии ее определения в соответствии с требованиями BS OHSAS 18001:2007 для каждого из этапов проведения оценки риска. Применены ведущие и управляемые индикаторы со шкалами оценивания, позволяющие определить результативность оценки риска как низкую, среднюю или высокую. Доказано практическую ценность результатов исследования, которые могут быть использованы для совершенствования процесса оценки рисков и повышения результативности системы управления гигиеной и безопасностью труда организации.

Ил. – 1, табл. – 3, список лит. – 9 наим.

UDC 331.46

Kruzhilko O. Y., Bogdanova O.V. Leading and lagging indicators use for the risk assessment performance // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 99–105.

It was conducted the study of the risk assessment performance; the criteria for its determination in accordance with the requirements of BS OHSAS 18001:2007 were proposed for each stage of risk assessment. There were applied leading and lagging indicators with rating scales that allow determining the risk assessment performance as low, medium or high. It was proved a practical value of the research, which can be used to improve the risk assessment

process and improve the safety and health management performance of the organization.

Figs. – 1, tables – 3, refs – 9.

УДК 614.8:338.3

Цина А. Ю., Зелененко А. О., Костенко Н. С. Ідентифікація небезпечних чинників та оцінювання ризиків на виробництві // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 105–120.

Визначено способи ідентифікації небезпечних та шкідливих чинників в умовах виробництва. Характеризуються методологічні підходи до аналізу та оцінювання ризиків. Обґрунтовано шляхи оцінювання ризиків на рівнях виробничих підрозділів та окремих осіб і робочих місць на об’єктах виробництва.

Іл. – 2, табл. – 3, список літ. – 6 назв.

УДК 614.8:338.3

Цина А. Ю., Зелененко А. А., Костенко Н. С. Идентификация опасных факторов и оценивание рисков на производстве // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 105–120.

Определены способы идентификации опасных и вредных факторов в условиях производства. Характеризуются методологические подходы к анализу и оценке рисков. Обоснованы пути оценивания рисков на уровнях производственных подразделений, отдельных лиц и рабочих мест на объектах производства.

Ил. – 2, табл. – 3, список лит. – 6 наим.

UDC 614.8:338.3

Tsyna A. Y., Selenenko A. O., Kostenko N. S. The identification of hazards and assessment of risks in the production // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 95–120.

The paper defines the ways to identify hazardous and harmful factors in production environment. Characterized methodological approaches to the analysis and risk assessment. Justified way of estimation of risks at levels of production units and individuals, and jobs at the production sites.

Figs. – 2, tables – 3, refs – 6.

УДК 697.922:628.852.2:621.313.333.02

Сердюк О. О. Автоматизована система аварійного електропостачання комплекса учбових лабораторій // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 121–130.

У роботі розглянуто структуру та призначення пристроїв, що входять до складу системи безпеки та життєзабезпечення комплексу навчальних лабораторій. Для підвищення ефективності роботи існуючих пристроїв системи безпеки та життєзабезпечення комплексу навчальних лабораторій запропоновано структуру автоматизованої системи резервно-аварійного електропостачання, яка є джерелом електроживлення за відсутності основного електропостачання.

Іл. – 4, , список літ. – 8 назв.

УДК 697.922:628.852.2:621.313.333.02

Сердюк А. А. Автоматизированная система аварийного электроснабжения комплекса учебных лабораторий // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 121–130.

В работе рассмотрены структура и назначение устройств, входящих в систему безопасности и жизнеобеспечения комплекса учебных лабораторий. Для повышения эффективности работы существующих устройств системы безопасности и жизнеобеспечения комплекса учебных лабораторий предложена структура автоматизированной системы резервно-аварийного электроснабжения, которая является источником электропитания при отсутствии основного электроснабжения.

Ил. – 4, список лит. – 8 наим.

UDC 697.922:628.852.2:621.313.333.02

Serdyuk O. O. Automated system for emergency power supply of the complex educational laboratories // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 121–130.

In this work reviewed the structure and purpose of the devices the system safety and life-support of complex educational laboratories. In article proposed structure of the automated system backup-emergency power, which is a source of power in the absence of main electro-power supply. It is to increase the effectiveness of existing security devices and life support of complex learning laboratories.

Figs. – 4, refs – 8.

УДК 656.71.053.7(045)

Чумаченко С. М. Заходи щодо зниження рівнів шуму на підприємствах з цілодобовим режимом роботи // Проблеми охорони праці в Україні. – К. : ДУ «ННДІПБОП», 2015. – Вип. 30. – С. 131–136.

Проведено огляд заходів зі зниження рівня шуму на підприємствах з цілодобовим циклом функціонування. Визначено, що застосування обчислювальної техніки для моделювання поширення шуму дозволяє мінімізувати шкідливий вплив шуму на навколишнє середовище.

Список літ. – 7 назв.

УДК 656.71.053.7(045)

Чумаченко С. М. Мероприятия по снижению уровней шума на предприятиях с круглосуточным режимом работы // Проблемы охраны труда в Украине. – К. : ГУ «ННИИПБОТ», 2015. – Вып. 30. – С. 131–136.

Проведен обзор мероприятий по снижению уровня шума на предприятиях с круглосуточным циклом функционирования. Установлено, что применение вычислительной техники для моделирования распространения шума позволяет минимизировать вредное влияние шума на окружающую среду.

Список лит. – 7 наим.

UDC 656.71.053.7(045)

Chumachenko S. M. Measures to reduce noise levels at the enterprises with non-stop operation // Occupational health and safety issues in Ukraine. – K. : SI «NRIISH», 2015. – N. 30. – P. 131–136.

The review of measures is conducted on the decline of level of influence of noise on enterprises with the round-the-clock cycle of functioning. Certainly, that application of the computing engineering for the design of distribution of noise allows to minimize harmful influence of noise on circumferential an environment.

Refs – 7.

ЗМІСТ

Дєньгін А. П. , Назаренко М. В.

Автоматизована система розрахунку вентиляції підземних рудників ……...…… **3**

Глива В. А.

Забезпечення стабільності функціонування технологічного обладнання в умовах підвищення електромагнітного навантаження на виробниче середовище ……..… **15**

Кружилко О. Є., Майстренко В. В., Радіонов М. О., Полукаров О. І.

Перспективи розвитку інформаційно-аналітичної системи Держпраці України ……..……..…. **25**

Долженков А. Ф.

Обоснование требований к рационализации теплозащитной шахтёрской спецодежды …… **35**

Таірова Т. М.

Проблеми виробничого травматизму на транспорті ……..… **45**

Сукач С. В.

Дослідження впливу систем вентиляції на аероіонний склад повітря в нестандартних приміщеннях ……. **58**

Сербінова Л. А.

Загальний стан виробничого травматизму в Україні та шляхи вирішення цього питання ……..….. **67**

Перельот Т. М.

Вдосконалення національної нормативної бази з набуттям чинності загальноєвропейських стандартів з електромагнітної безпеки та сумісності технічних засобів ……..…. **74**

Лукьяненко А. О.

Химические процессы образования вредных веществ в составе сварочных аэрозолей…….……. **81**

Логінова І. І.

Травматизм і аварійність при переробці мінеральної сировини в гірничорудній промисловості ……..…. **91**

Кружилко О. Є., Богданова О. В.

Застосування провідних та керованих індикаторів для визначення результативності оцінки ризику …..…….. **99**

Цина А. Ю., Зелененко А. О., Костенко Н. С.

Ідентифікація небезпечних чинників та оцінювання ризиків на виробництві…….……. **105**

Сердюк А. А.

Автоматизированная система аварийного электроснабжения комплекса учебных лабораторий ……..……...……. **121**

Чумаченко С. М.

Заходи щодо зниження рівнів шуму на підприємствах з цілодобовим режимом роботи …….…….... **131**

Реферати……..……... **137**

Витяг із Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора й кандидата наук, додаток до постанови президії ВАК України від 26 травня 2010 р. № 1-05/4, п. 96 – Назва видання: «Проблеми охорони праці в Україні», засновник – ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», галузь науки – технічна (охорона праці).

ПРОБЛЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ

Збірник наукових праць

Випуск 30

Відповідальний за випуск В. Г. Здановський

Редактор Н. В. Остапчук
Над випуском працювала Н. В. Остапчук
Підписано до друку 30.11.2015 р., формат 60 х 84 1/16.
Папір BERGA speed (80 g/m^2).
Друк – офсетний. Ум.-друк. арк. – 8,31. Наклад –100 прим.

ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці»
04060, м. Київ-60, вул. Вавілових, 13.
Тел. (044) 440-99-55; факс: (044) 440-99-13.
E-mail: ndiop@ndiop.kiev.ua

Друкарня ТОВ «АТОПОЛ ГРУП»
03067, Київ-67, б-р Лепсе, 4.