



Е. М. Гуліда

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ В ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ ДЕРЕВООБРОБНИХ ЦЕХІВ

Розглянуто основні протипожежні засоби і системи, якими споруджують закриті приміщення деревообробних цехів. Представлено основні типи протипожежних приладів і систем. Наприклад, розглянуто прямоточні і рециркуляційні системи аспірації повітря внутрішнього об'єму цеху, типи сучасного приймально-контрольного пожежного приладу, пожежних сповіщувачів та оповіщувачів, основні види систем димо- та тепловидалення, основні типи і постачальники високонадійних систем автоматичного відкриття евакуйовальних дверей тощо. Наведено методику визначення необхідної кількості цих засобів і систем залежно від площі цеху. Розглянуто методику визначення пожежного ризику для об'єкта захисту. Окрім цього, наведені залежності для визначення складових частин пожежного ризику залежно від закону розподілу кожної складової частини із наведених протипожежних засобів і систем. Також наведено дані за середніми значеннями часу напрацювання засобів і систем на відмову. На прикладі розглянуто методологію визначення пожежного ризику для об'єкта захисту, а саме для деревообробного цеху, який розміщено в уніфікованій типовій секції із стандартними розмірами 72×144 м. Встановлено, що у разі облаштування закритих приміщень деревообробних цехів повним комплектом протипожежних засобів і систем є можливість забезпечити допустиме значення пожежного ризику для об'єкта впродовж 10 років експлуатації цих засобів і систем.

Ключові слова: пожежа; пожежний ризик; протипожежні засоби і системи; евакуація.

Вступ. У сфері пожежної безпеки користуються терміном "пожежний ризик", тобто це є міра можливості реалізації пожежної небезпеки об'єктів захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей. Гарантування пожежної безпеки об'єктів захисту складається з визначення, аналізу та оцінювання пожежного ризику, що дає змогу розробляти і впроваджувати відповідні заходи для його зменшення до прийнятних значень. Окрім цього, у пожежній практиці також користуються термінами індивідуальний та соціальний пожежні ризики. Відомо, що **індивідуальний пожежний ризик** – пожежний ризик, який може призвести до загибелі людини внаслідок дії небезпечних факторів пожежі, а **соціальний пожежний ризик** – ступінь небезпечності, яка призводить до загибелі групи людей внаслідок дії небезпечних факторів пожежі.

Забезпечення пожежного ризику до прийнятних значень не означає, що в цьому випадку **не виникне пожежа**, а прийнятне значення ризику вказує на те, що у разі виникнення пожежі будуть виконані всі необхідні організаційні заходи, які спрямовані на забезпечення безпечної евакуації людей та збереження матеріальних цінностей, тобто максимально можлива реалізація пожежної небезпеки об'єкта захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей.

Для приміщень, в яких перебуває значна кількість людей, потрібно передусім забезпечити значення соціального пожежного ризику в межах допустимого зна-

чення. Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я і Постанови Кабінету міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306, пожежні ризики класифікують так: 1) незначний ризик $\varepsilon \leq 10^{-6}$; 2) середній ризик $\varepsilon = 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$; 3) високий (терпимий) ризик $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$; 4) неприйнятний ризик $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$.

Стосовно закритих приміщень деревообробних цехів можна зауважити, що в них в одну зміну працює значна кількість людей і в разі виникнення пожежі необхідно забезпечити їх повну евакуацію. Тому для об'єктів, в яких перебуває значна кількість людей, визначають соціальний пожежний ризик за умови, що в процесі виникнення пожежі може постраждати внаслідок дії небезпечних факторів пожежі не менше 10 осіб. Середнє значення постраждалих N_i в зоні виникнення пожежі від її небезпечних факторів визначають за залежністю

$$N_i = \sum_{i=1}^I P_i n_i, \quad (1)$$

де: P_i – умовна імовірність ураження людини, яка перебуває в i -й зоні, небезпечними факторами пожежі; n_i – середня кількість людей, які перебувають в i -й зоні; I – загальна кількість зон, в яких виникла пожежа.

Якщо $N_i < 10$, виконують розрахунок індивідуального пожежного ризику. Для забезпечення допустимого значення пожежного ризику потрібно, щоб цех був споряджений достатньою кількістю всіх необхідних приладів

Інформація про автора:

Гуліда Едуард Миколайович, д-р техн. наук, професор. Email: gulida24@meta.ua

Цитування за ДСТУ: Гуліда Е. М. Забезпечення пожежного ризику в закритих приміщеннях деревообробних цехів. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(5). С. 82–88.

Citation APA: Hulida, E. M. (2017). Ensuring fire risk in the closed spaces of woodworking machines. Scientific Bulletin of UNFU, 27(5), 82–88. <https://doi.org/10.15421/40270517>

для виявлення пожежі, передачі повідомлення про пожежу до ОДС ДСНС і сповіщення працівників про евакуацію в небезпечну зону. Але здебільшого такий підхід для закритих приміщень деревообробних цехів порушується. Наприклад, скористаємося результатами ліквідації пожежі на деревообробному підприємстві "Клен", яка сталася 5 травня 2015 р. в с. Осій Іршавського р-ну Закарпатської обл. Повідомлення про пожежу до ОДС надійшло о 15 год 24 хв.

На місце пожежі прибуло 5 відділень ПРЧ з міст Іршави і Виноградів, тобто загальом від Управління ДСНС України у Закарпатській обл. було залучено 5 пожежних автоцистерн. Пожежу було локалізовано о 16 год 30 хв, а ліквідовано о 19 год 30 хв.

Тривалість локалізації – 30 хв, тривалість гасіння – 120 хв, а тривалість кінцевого гасіння – 60 хв. Пожежа кутова (90°) виникла на сортувальній та брикетувальній дільниці цеху, розміри якого 36×72 м. Фрагмент ліквідації пожежі в цеху деревообробного підприємства "Клен" зображено на рис. 1.



Рис. 1. Фрагмент ліквідації пожежі

Аналіз результатів пожежі показав, що на об'єкті була знищена покрівля цеху, окрім цього, пожежа поширилась на всю площу цеху, були знищені верстати, майно, документація та 220 м³ деревини.

Швидкому розповсюдженню пожежі на деревообробному підприємстві "Клен" сприяла відсутність в цеху пожежних відсіків. Також в цеху були відсутні засоби протипожежного захисту (пожежні сповіщувачі та оповіщувачі), що не дозволило оперативно виявити пожежу і відповідно сповістити про неї ОДС ДСНС у Закарпатській обл.

Наведений приклад показує, що питання забезпечення пожежного ризику до прийнятної значення для закритих приміщень деревообробних цехів вирішують на належному рівні. Внаслідок такого підходу виникає проблема в реалізації пожежної безпеки об'єктів захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Перші, більш обґрунтовані, дослідження пожежного ризику наведено в роботі (MChS Rossiі, 2009). У цій роботі розглянуто методику визначення індивідуального пожежного ризику. Для визначення складових у методиці наведено дані, які рекомендовані на підставі статистики, але вони не дають змогу визначити пожежний ризик для кожного конкретного випадку.

Визначення складових частин пожежного ризику для житлового сектору наведено в роботі (Hulida et al., 2012). При цьому використовували основні положення теорії надійності. Окрім цього, у роботі наведено реко-

ментації для визначення деяких складників пожежного і соціального пожежного ризику. У роботі (Koval, 2015) наведено більш обґрунтовані дані для визначення пожежного ризику цехів деревообробних підприємств. Розроблено методологію для визначення необхідної кількості протипожежних засобів для приміщень цехів деревообробних підприємств з урахуванням допустимого для цеху значення пожежного ризику. Але наведена в роботі методологія дає змогу тільки визначати значення пожежного ризику тільки під час проведення аудиту цеху з погляду пожежної безпеки.

Тому постало завдання розробити метод визначення потрібних для деревообробного цеху протипожежних засобів та їх кількості ще на стадії розроблення його проекту і забезпечити при цьому допустиме значення пожежного ризику.

Мета роботи. Розробити методологію забезпечення пожежного ризику для закритих приміщень деревообробних цехів, яка б ще на стадії розроблення проекту цеху забезпечувала його допустиме значення.

Постановка задачі та її розв'язання. У деревообробних цехах виконують механічне оброблення деревини, яка надходить на підприємства галузі у вигляді готових пиломатеріалів (дошки хвойних і листяних порід, стругані плити, фанера тощо). Під час механічного оброблення деревини утворюється багато деревних відходів, до яких відносять обрізки, тирсу, стружку і пил. У процесі механічного оброблення утворюється особливо небезпечний з погляду пожежної безпеки пил. Наприклад, під час роботи фрезерного верстата типу ФА-4 з автоматичною подачею за одну годину оброблення деревини виділяється приблизно 5,3 кг пилу, а шліфувального – до 43 кг.

Окрім цього, в механічних цехах також виконують операції лакування дерев'яних деталей. Здебільшого випадків цей процес виконують методом пневматичного розпилення лаків на основі розчинника, наприклад, Р-219. У цьому випадку з одного м² лакованої поверхні виділяється парів: ацетону 126,15 г; метилбензолу 13,96 г; циклогексанону 1,29 г; диметилбензолу 1,65 г (Rozrakhunkova instruktsiia, 2006). Ці пари, особливо ацетону, належать до легкозаймистих матеріалів й у суміші з пилом можуть сприяти виникненню не тільки пожежі, а і вибуху.

Тому на **першому місці** в закритих приміщеннях деревообробних цехів стоять заходи для зменшення пожежної безпеки. Таким одним з поширених заходів є очищення повітря від забруднювачів, що утворюються у процесі виробництва продукції. Для забезпечення такого заходу використовують аспіраційні установки.

За характером циркуляції повітря системи аспірації ділять на прямоточні і рециркуляційні. Прямоточні – це системи, в яких аспіраційне повітря забирається з виробничого приміщення і після очищення у пиловловлювальних апаратах викидається в атмосферу. Рециркуляційні – системи, в яких аспіраційне повітря після очищення в пиловловлювальних апаратах не викидається в атмосферу, а повністю або частково повертається у виробничі приміщення, що дає змогу значно зменшити втрати тепла в зимовий період, а отже, зменшити витрати на опалення. Час напрацювання на відмову T_B аспіраційної установки прямоточної дії з використанням циклонів знаходиться в межах 18000...20000 год з інтенсивністю відмов $\lambda_{avn}=5 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹, а для аспіраційної

рециркуляційної установки з використанням фільтрації – $T_B=10000$ год з інтенсивністю відмов $\lambda_{ауф}=10 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹.

На **другому місці** для закритих приміщень деревообробних цехів стоять заходи стосовно забезпечення в них пожежної безпеки, тобто стоїть завдання обладнання їх системою протипожежних засобів. До таких засобів відносять:

- прилад приймально-контрольний пожежний (ППКП);
- пожежні сповіщувачі;
- звукові пожежні оповіщувачі;
- системи протидимного захисту;
- системи завіс;
- автоматика відкриття евакуйовальних дверей.

Розглянемо протипожежні засоби для закритих приміщень деревообробних цехів.

Прилад приймально-контрольний пожежний (ППКП). Згідно із ДБН В.2.5-56:2014 (DBN V.2.5-56:2014, 2014), ППКП є складовою частиною системи пожежної сигналізації, яка призначена для електричного живлення компонентів системи, приймання та оброблення інформації від пожежних сповіщувачів, формування і передавання на інші виконавчі пристрої сигналів про виявлення ознак горіння. ППКП, на якому відображається світлова і звукова сигналізація згідно з вимогами ДСТУ EN 54-2, розміщується у пункті пожежного спостереження. Цей пункт, з якого у будь-який момент після одержання сигналу пожежної тривоги можна ініціювати необхідні заходи протипожежного захисту або пожежогасіння, розміщується в межах закритого приміщення деревообробного цеху. Для отримання високого рівня пожежної безпеки в якості ППКП доцільно використовувати прилад "Тірас-16.128П" (рис. 2). Система пожежної сигналізації на базі ППКП "Тірас-16.128П" дає змогу реалізувати пожежну безпеку середніх та крупних об'єктів емністю від 16 до 240 зон та до 32 напрямів пожежогасіння (Tiras product catalog, 2017).



Рис. 2. ППКП "Тірас-16.128П" з виносною індикаторною панеллю

Час напрацювання на відмову T_B ППКП згідно з ДСТУ EN 54-2:2003 становить 87600 год, що відповідає інтенсивності відмов $\lambda_{н.кл}=1,14 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹.

Пожежні сповіщувачі є елементами системи пожежної сигналізації, які призначені для виявлення поже-

жі за її первинними ознаками і надання про неї інформації можливої для подальшої передачі. На сучасному етапі найбільше розповсюдження отримали комбіновані автоматичні сповіщувачі, які реагують на декілька ознак пожежі. Окрім цього, такі сповіщувачі повинні бути адресованими, що передбачається можливість встановлення для кожного з них індивідуального коду (адреси), яка передається на ППКП і дає змогу судити про стан середовища та власну працездатність сповіщувача. На рис. 3 зображено пожежний комбінований сповіщувач моделі ППК-3 для дводротової схеми живлення. Згідно із ДСТУ EN 54-5:2003 час T_B напрацювання пожежного сповіщувача на відмову становить 87600 год, а інтенсивність відмови – $\lambda_{nc}=1,14 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹.



Рис. 3. Пожежний сповіщувач ППК-3

Для приміщення цеху необхідну кількість пожежних сповіщувачів можна визначити згідно із рекомендаціями (DBN V.2.5-56:2014, 2014)

$$N_{nc} = \frac{S_u}{S_{nc}}, \quad (2)$$

де: S_u – площа внутрішнього приміщення цеху, м²; S_{nc} – площа, яку контролює один сповіщувач, м² (згідно із ДБН В.2.5-56:2014 п. 7.2.11 (DBN V.2.5-56:2014, 2014) $S_{nc}=49$ м²).

Для контролю приміщення цеху пожежними сповіщувачами їх треба розташовувати за найбільш поширеною схемою квадратного розміщення (рис. 4).

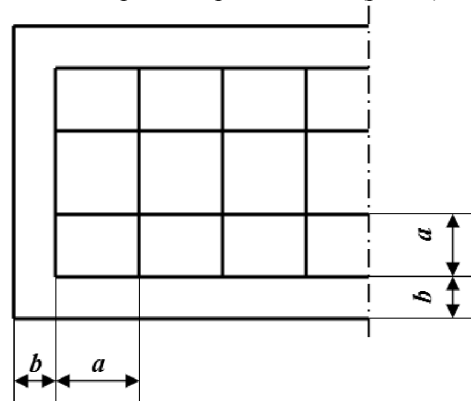


Рис. 4. Схема розміщення пожежних сповіщувачів

Максимальна відстань між сповіщувачами при висоті приміщення цеху до ферм 8 м повинна бути $a=7$ м, а від сповіщувача до стіни $b=3,5$ м.

Звукові пожежні оповіщувачі генерують звукові сигнали попередження про пожежу при подачі на них сигналу управління. Найбільш поширеною моделлю пожежного оповіщувача є оповіщувач "Сирена" С-03-12, габаритні розміри якого становлять 72×52×46 мм, а маса – 80 г. Рівень звукового тиску на відстані 1 м не менше 95 дБ. Напряга живлення 12^{±3,2} В.

Згідно із ДСТУ EN 54-3:2003 п. 4.4 час напрацювання оповіщувача на відмову $T_B=100$ год, а інтенсивність

відмови $\lambda_{n.o}=10^{-2}$ год⁻¹. Потрібну кількість пожежних оповісчувачів $N_{n.o}$ для приміщення цеху можна визначити з урахуванням рекомендацій ДСТУ EN 54-3:2003 п. 4.6.2, де зазначено, що площа, яку обслуговує один оповісчувач $S_{n.o}=72$ м². Тоді потрібну кількість пожежних оповісчувачів $N_{n.o}$ для цеху визначаємо за залежністю

$$N_{n.o} = \frac{S_{ц}}{S_{n.o}}. \quad (3)$$

Системи протидимного захисту передбачають досягнення успішного вирішення таких задач:

- забезпечення умов для безпечного евакуювання людей із приміщення цеху в разі виникнення пожежі;
- забезпечення умов для гасіння пожежі та проведення пожежно-рятувальних робіт.

Приміщення цеху площею більше ніж 1600 м² необхідно поділяти на димові зони, зважаючи на можливість виникнення пожежі в одній з них. Площа димової зони не повинна перевищувати 1600 м² (DBN V.2.5-

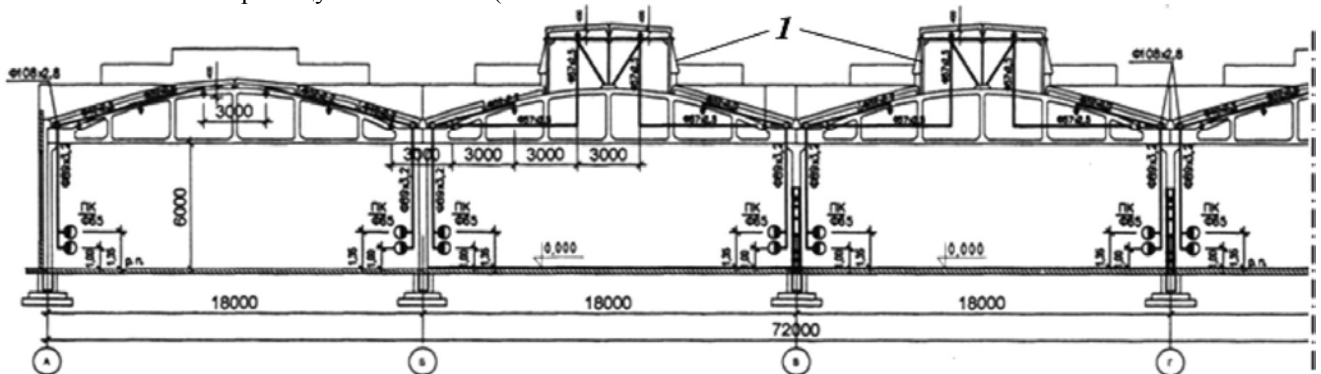


Рис. 5. Вид поперечного перерізу опоряджувально-складального цеху деревообробного підприємства: 1 – прямокутні світло-аераційні ліхтарі

Для **витяжних вентиляційних систем димо- та тепловидалення** використовується припливно-витяжна вентиляція цеху, яка під час пожежі під'єднується до вентиляторів системи механічного димо- та тепловидалення, які повинні встановлюватись в окремих від вентиляторів іншого призначення приміщеннях, відгороджених протипожежними перегородками 1-го типу та протипожежними перекриттями 3-го типу. Такі приміщення потрібно споряджати системами вентиляції, які забезпечують уникнення можливості перевищення температури навколишнього повітря не більше 60 °С.

У разі виникнення пожежі одночасно використовують розглянуті дві системи димо- та тепловидалення. Імовірність відмови системи димо- та тепловидалення підпорядковується нормальному закону розподілу. З урахуванням наявних даних по часу напрацювання протипожежних засобів до відмови приймаємо для системи димо- та тепловидалення час напрацювання на відмову $T_B=100$ год. Виходячи з цього значення середнє квадратичне відхилення для T_B буде $S_{\tau}=16,7$ год, а математичне сподівання – $m_{\tau}=50$ год.

Системи завіс використовують у закритих приміщеннях деревообробних цехів у випадку, якщо в цеху відсутні побудовані протипожежні відсіки. За наявності протипожежних відсіків системи завіс не використовують. Площу цеху поділяють на димові зони площею $S_{c.z}=1600$ м². Кожну димову зону вигороджують щільними вертикальними завісами з негорючих матеріалів, які опускаються зі стелі (перекриття) на підлогу, але не нижче ніж 2,5 м від підлоги, утворюючи під стелею (перекриттям) резервуари диму.

56:2014, 2014). Закриті приміщення деревообробних цехів обладнують:

- системами природного димо- та тепловидалення;
- витяжними вентиляційними системами димо- та тепловидалення.

До **систем природного димо- та тепловидалення** відносять світло-аераційні ліхтарі, які розміщені у верхній частині приміщення цеху на покрівлі і споряджені витяжними прорізами (рис. 5). Світло-аераційні ліхтарі призначені для природного освітлення та вентиляції (аерації) приміщення цеху. Найбільшого поширення через простоту конструкції набули прямокутні ліхтарі, створні і глухі плетіння в ньому встановлюють вертикально або під невеликим кутом. Відкриваються палітурки, як правило, верхньопідвісні. Похиле розташування скління дає більш інтенсивне (але менш рівномірне) освітлення.

Час напрацювання на відмову приводу опускання завіс дорівнює $T_B=100$ год. Імовірність відмови приводу підпорядковується нормальному закону розподілу з $S_{\tau}=16,7$ год, а математичне сподівання – $m_{\tau}=50$ год.

Потрібну кількість систем завіс для цеху визначають за залежністю

$$N_{c.z} = \frac{S_{ц}}{S_{c.z}}. \quad (4)$$

Автоматика відкриття евакуйовальних дверей є основною складовою частиною для відкриття розпашних дверей цеху, які призначені для евакуації людей. Поста-чальниками високонадійних систем автоматичного відкриття евакуйовальних дверей є такі фірми: Rotelli (Італія), An Motors (Білорусь), Hörmann (Німеччина). Наприклад, фірма Rotelli виготовляє систему Rotelli MT 400, яка може використовуватися для будь-якого деревообробного цеху для автоматичного відкриття розпашних евакуйовальних дверей (VorotNet product catalog, 2017).

Згідно із паспортом на цю модель час напрацювання на відмову становить $T_B=8760$ год, а інтенсивність відмови $\lambda_{A.B.o}=1,14 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹.

Після розгляду всіх необхідних протипожежних засобів для деревообробних цехів, які забезпечують їх пожежну безпеку, насамперед потрібно розглянути **імовірність евакуації людей** P_e із приміщення цеху в разі виникнення пожежі, що значною мірою впливає на забезпечення пожежного ризику, зокрема і соціального.

Імовірність евакуювання людей $P_{e,i}$ із приміщення цеху у разі виникнення пожежі, які перебувають в i -й зоні, можна визначити за залежністю (DBN V.2.5-56:2014, 2014)

$$P_{ei} = 1 - (1 - P_{en})(1 - P_{ea}), \quad (5)$$

де: P_{en} – імовірність евакуації людей, які перебувають у приміщенні цеху, по евакуаційним шляхам при реалізації сценарію пожежі; P_{ea} – імовірність евакуації людей через аварійні виходи або за допомогою інших засобів спасіння (за відсутності даних допускається приймати $P_{ea}=0,03$ за наявності аварійних виходів або засобів спасіння та 0,001 – за їх відсутності).

Імовірність евакуації людей P_{en} по евакуаційним шляхам в зоні виникнення пожежі визначаємо за залежністю (DBN V.2.5-56:2014, 2014)

$$P_{en} = \frac{0,8\tau_k - \tau_e}{\tau_{ne}}, \quad (6)$$

де: τ_k – критичний час пожежі, хв (критичний час пожежі визначають з урахуванням небезпечних факторів пожежі); результати аналізу даних статистики пожеж у цехах деревообробних підприємств, які відповідають уніфікованим типовим секціям із стандартним розміром (ширина $B=72$ м; довжина $L=144$ м), значення τ_k коливається в межах 5...12 хв; ($\tau_k=5$ хв – у разі виникнення пожежі в центральній частині цеху; $\tau_k=12$ хв – у разі виникнення пожежі в торцевій частині прольотів цеху (Hulida & Koval, 2014)); τ_e – час евакуації, хв; τ_{ne} – час від початку пожежі до початку евакуації, хв (за наявності в приміщенні цеху системи протипожежного захисту та оповіщення про пожежу $\tau_{ne}=1...2$ хв для поверху пожежі та $\tau_{ne}=6...9$ хв за відсутності в приміщенні цеху системи протипожежного захисту та оповіщення про пожежу).

Час евакуації τ_e можна визначити за залежністю

$$\tau_e = \frac{l_e}{k_e V_{e,d}}, \quad (7)$$

де: l_e – шлях евакуації, м; k_e – кількість евакуаційних виходів; $V_{e,d}$ – дійсна середня швидкість евакуації, м/хв; $V_{e,d} = 49,5 - 9,27 \ln[-\lg(0,1 + 1,284k_{em})]$; (8)

k_{em} – коефіцієнт, який враховує емоціональний стан людей, що евакууються (значення цього коефіцієнту знаходиться в межах $k_{em}=0...0,7$; за відсутності емоціонального стану $k_{em}=0$).

Після визначення імовірності евакуації людей P_{en} по евакуаційним шляхам в зоні виникнення пожежі, якщо отримане значення $P_{en} \geq 1$, то приймають $P_{en}=0,999$.

На підставі значення імовірності евакуування людей P_{ei} за залежністю (5) визначаємо імовірність ураження людини P_i небезпечними факторами пожежі, які перебувають в i -й зоні

$$P_i = 1 - P_{ei}. \quad (9)$$

Забезпечення пожежного ризику в закритих приміщеннях деревообробних цехів. Для цього скористаємося залежністю для визначення пожежного ризику ε_o для об'єкта захисту (DBN V.2.5-56:2014, 2014)

$$\varepsilon_o = \varepsilon_n P_{en} \varepsilon_{n,k,n} \varepsilon_{a,y} \varepsilon_{nc} \varepsilon_{no} \varepsilon_{n,z} \varepsilon_{c,z} \varepsilon_{e,d} (1 - P_e), \quad (10)$$

де: ε_n – ризик виникнення пожежі в приміщенні цеху (розраховують на підставі статистичних даних для розглядуваного приміщення цеху; за відсутності статистичних даних допускається приймати $\varepsilon_n=4 \cdot 10^{-2}$); P_{en} – імовірність присутності людей у приміщенні

$$P_{en} = \frac{\tau_n}{24}; \quad (11)$$

τ_n – тривалість присутності людей в цеху, год (здебільшого випадків на деревообробних об'єктах роботу виконують в дві зміни, тобто $\tau_n=16$ год); $\varepsilon_{n,k,n}$ – ризик відмови прийнятно-контрольного пристрою пожежної

сигналізації; $\varepsilon_{a,y}$ – ризик відмови аспіраційної установки; $\varepsilon_{n,c}$ – ризик відмови пожежного сповіщувача; $\varepsilon_{n,o}$ – ризик відмови звукового пожежного оповіщувача; $\varepsilon_{n,z}$ – ризик відмови системи протидимного захисту; $\varepsilon_{c,z}$ – ризик відмови системи завіси; $\varepsilon_{e,d}$ – ризик відмови автоматики відкриття евакуйовальних дверей; P_e – імовірність евакуування людей із приміщення цеху у випадку виникнення пожежі.

Результати розгляду протипожежних засобів показали, що головним чином їх напрацювання на відмову підпорядковуються експоненціальному та нормальному законам розподілу. Тому залежності для визначення ризиків ε_i відмови засобів протипожежного захисту мають вид:

- за експоненціальним законом розподілу

$$\varepsilon_i = 1 - \exp(-\lambda_i \tau), \quad (12)$$

- за нормальним законом розподілу

$$\varepsilon_i = 0,5 + \Phi(u), \quad (13)$$

де: λ_i інтенсивність відмови відповідного засобу протипожежного захисту; $\Phi(u)$ – функція Лапласа, яка є непарною; $\Phi(-u) = -\Phi(u)$; u – квантиль нормального розподілу

$$u = \frac{\tau - m_\tau}{S_\tau}. \quad (14)$$

Визначення функції Лапласа полягає у визначенні квантиля нормального розподілу за залежністю (14) для відповідного часу τ , а потім з використанням довідникової літератури, в якій розміщені таблиці функції Лапласа, вибирають значення $\Phi(u)$.

Для **забезпечення пожежного ризику** в межах допустимого значення для закритих приміщень деревообробних цехів за наявності в цеху всіх необхідних протипожежних засобів і систем визначимо значення залежності (10) за відповідними її складовими ризиками за перший рік експлуатації протипожежних засобів і систем та через 10 років. За основу для розгляду цього питання приймаємо деревообробний цех, який розміщено в уніфікованій типовій секції із стандартним розміром: ширина $B=72$ м; довжина $L=144$ м. Пожежа виникла в торцевій частині прольотів цеху. Критична тривалість пожежі $\tau_k=12$ хв. Приміщення цеху має 6 евакуаційних виходів, тобто $k_e=6$. Шлях евакуації $l_e=84$ м (від пристінної границі приміщення вздовж прольоту до центрального проїзду 36 м та від центрального проїзду до евакуаційних дверей 48 м). Дійсна середня швидкість евакуації $V_{e,d}=45$ м/хв. Загальна кількість працівників в одну зміну $n=216$ чол.

Визначаємо тривалість евакуації τ_e за залежністю (7)

$$\tau_e = \frac{84}{6 \cdot 45} = 0,31 \text{ хв.}$$

Визначаємо імовірність евакуації людей P_{en} по евакуаційних шляхах за залежністю (6)

$$P_{en} = \frac{0,8 \cdot 12 - 0,31}{2} = 4,6.$$

У зв'язку з тим, що $P_{en} > 1$, приймаємо $P_{en}=0,999$. Тоді імовірність евакуування людей P_{ei} із приміщення цеху за залежністю (5) буде

$$P_{ei} = 1 - (1 - 0,999)(1 - 0,001) = 0,999001.$$

Постраждалих від ураження людини P_i небезпечними факторами пожежі не буде.

Усі інші результати розрахунків ризиків відмови протипожежних засобів і систем наведено в таблиці.

Табл. Визначення ризиків відмови протипожежних засобів і систем цеху

№ з/п	Назва елемента, який визначають	Закон розподілу	Час роботи на момент виникнення пожежі		Значення елемента, який визначається	
			за 1 рік	за 10 років	за 1 рік	за 10 років
1	ε_n – ризик виникнення пожежі	–	–	–	$4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$
2	P_d – імовірність присутності людей у приміщенні	–	–	–	0,67	0,67
3	$\varepsilon_{n,kl}$ – ризик відмови ППКП	Експоненціальний $\lambda_{n,kl} = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	8760 год	87600 год	0,09	0,632
4	Ризик відмови $\varepsilon_{a,y}$ рециркуляційної системи аспірації за використання системи планово-попереджувального ремонту (ППР)	Експоненціальний $\lambda_{a,y\phi} = 10 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	8760 год	10000	0,584	0,632
5	$\varepsilon_{n,c}$ – ризик відмови пожежного сповіщувача	Експоненціальний $\lambda_{n,c} = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	8760 год	87600 год	0,09	0,632
6	$\varepsilon_{n,o}$ – ризик відмови звукового пожежного оповіщувача	Експоненціальний $\lambda_{n,o} = 10^{-2} \text{ год}^{-1}$	0,5 год	100 год	0,005	0,632
7	$\varepsilon_{n,z}$ – ризик відмови системи протидимного захисту	Нормальний $S_{\bar{t}}=16,7 \text{ год}; m_{\bar{t}}=50 \text{ год}$	2 год	20 год	0,002	0,036
8	$\varepsilon_{c,z}$ – ризик відмови системи завіси	Нормальний $S_{\bar{t}}=16,7 \text{ год}; m_{\bar{t}}=50 \text{ год}$	2 год	20 год	0,002	0,036
9	$\varepsilon_{e,d}$ – ризик відмови автоматики відкриття евакуйовальних дверей при використанні системи ППР	Експоненціальний $\lambda_{A.B.o}=1,14 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$	8760 год	8760 год	0,632	0,632
10	P_e – імовірність евакуювання людей	$P_e=0,999001;$ $(1-P_e)$	–	–	0,000999	0,000999
$\varepsilon_o = \varepsilon_n P_d \varepsilon_{n,kl} \varepsilon_{a,y} \varepsilon_{n,c} \varepsilon_{n,o} \varepsilon_{n,z} \varepsilon_{c,z} \varepsilon_{e,d} (1 - P_e)$					$8 \cdot 10^{-13}$	$9,7 \cdot 10^{-8}$

Аналіз результатів визначення пожежного ризику для деревообробного цеху, які наведено в табл., показали, що за наявності в цеху повного комплекту всіх необхідних протипожежних засобів і систем забезпечує його значення через 10 років експлуатації меншим за незначний ризик в 10 разів. Окрім цього, у багатьох випадках виникають ускладнення для встановлення в цеху систем протидимного захисту та завіс. В цьому випадку за відсутності цих систем через 10 років експлуатації пожежний ризик для розглядуваного прикладу буде дорівнювати $\varepsilon_o=7,48 \cdot 10^{-5}$, що відповідає високому (терпимому) пожежному ризику.

Отже, улаштування в закритих приміщеннях деревообробних цехів протипожежних засобів і систем забезпечує впродовж 10 років їх експлуатації пожежний ризик у межах допустимого значення. Водночас, забезпечення пожежного ризику в межах допустимого значення дає змогу у разі виникнення пожежі оперативну реакцію на евакуювання людей із приміщення цеху, миттєве сповіщення служб ДСНС про пожежу та швидку її локалізацію і ліквідацію з мінімальними збитками для об'єкта захисту.

Висновки

1. Наведені конструкції та типи протипожежних засобів і систем дають змогу адміністрації деревообробних підприємств вжити всіх заходів з облаштування об'єктів захисту всім необхідним для забезпечення пожежного ризику в межах допустимого значення і цим самим забезпечувати пожежну безпеку і недопустимість тяжких наслідків від пожежі для працівників.

2. Облаштування закритих приміщень деревообробних цехів повним комплектом протипожежних засобів і систем забезпечує пожежний ризик для об'єкта впродовж 10 років експлуатації цих засобів і систем меншим за допустимий пожежний ризик приблизно в 10 разів.

3. Забезпечення пожежного ризику в межах допустимого значення дає змогу оперативно реагувати на виникнення пожежі, вчасно, в межах критичного часу пожежі, здійснити евакуацію людей із зони пожежі, значно зменшити тривалість вільного горіння і відповідно збитки від пожежі.

Перелік використаних джерел

- DBN V.2.5-56:2014. (2014). *Systemy protypozhezhnoho zakhystu*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 185 p. [in Ukrainian].
- Hulida, E. M. & Koval, O. M. (2014). Modeliuvannya pozhezhnykh situatsii v prymishchenniakh budivel derevoobrobnykh pidpriemstv. *Problemy pozharnoi bezopasnosti*, 35, 61–77. [in Ukrainian].
- Hulida, E. M. Bashynskiy, O. I., Movchan, I. O. (2012). Prohnozuvannya vynyknennia pozhezh v zhytlovomu sektori na pidstavi analizu tekhnohennoho ryzkyku. *Pozhezhna bezpeka*, 20, 150–154. [in Ukrainian].
- Koval, O. M. (2015). Optymizatsiia kilkosti protypozhezhnykh zasobiv v prymishchenniakh tsekhiv derevoobrobnykh pidpriemstv. *Pozhezhna bezpeka*, 27, 78–86. [in Ukrainian].
- MChS Rossii. (2009). *Metodika opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska v zdaniyah, sooruzheniyah i stroeniyah razlichnykh klassov funktsionalnoj pozharnoi opasnosti* (Prilozhenie k prikazu MChS RF ot 30.06.2009 № 382). Moscow: MChS RF, 10 p. [in Ukrainian].
- Rozrakhunkova instruksiiia. (2006). *Derevoobrobne vyrobnytstvo*. In *Pytomy pokaznyky utvorennia shkidlyvykh rehovyn, shcho vydi-liautsia v atmosferu vid osnovnykh vydiv tekhnolohichnoho ustakuvannia dlia pidpriemstv radioelektronnoho kompleksu*. Retrieved from: <http://medbib.in.ua/derevoobrabatyvayushee-proizvodstvo.html>. [in Ukrainian].
- Tiras product catalog (2017). *Prylady pryimalno-kontrolni serii "Tiras-P"*. Retrieved from: <http://old.tiras.ua/uk/category/katalog-produktsii/priladi-priimalno-kontroln-pozhezhn-ser-t-ras-p-en-54>. [in Ukrainian].
- VorotNet product catalog. (2017). *Avtomatyka dlia vorot*. Retrieved from: http://www.vorotnet.com.ua/avtomatika_dlia_ras-pashnyh_vorot. [in Ukrainian].

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОГО РИСКА В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ

Рассмотрены основные противопожарные средства и системы, которыми оснащаются закрытые помещения деревообрабатывающих цехов. Представлены основные типы противопожарных приборов и систем. Например, рассмотрены прямоточные и рециркуляционные системы аспирации воздуха внутреннего объема цеха, типы современных приемно-контрольных пожарных приборов, пожарных извещателей и оповещателей, основные виды систем дымо- и теплоудаления, основные типы и поставщики высоконадежных систем автоматического открытия эвакуационных дверей и тому подобное. Приведена методика определения необходимого количества этих средств и систем в зависимости от площади цеха. Рассмотрена методика определения пожарного риска для объекта защиты. Кроме этого, приведены зависимости для определения составляющих пожарного риска в зависимости от закона распределения наработки на отказ каждой составляющей из приведенных противопожарных средств и систем. Также приведены данные по средним значениям времени наработки средств и систем на отказ. На примере рассмотрена методология определения пожарного риска для объекта защиты, а именно для деревообрабатывающего цеха, который размещается в унифицированной типовой секции со стандартными размерами 72×144 м. Установлено, что в случае обустройства закрытых помещений деревообрабатывающих цехов полным комплектом противопожарных средств и систем есть возможность обеспечить допустимое значение пожарного риска для объекта в течение 10 лет эксплуатации этих средств и систем.

Ключевые слова: пожар; пожарный риск; противопожарные средства и системы; эвакуация.

E. M. Hulida

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

ENSURING FIRE RISK IN THE CLOSED SPACES OF WOODWORKING MACHINES

The problem of the need to discuss the issue of fire risk for closed premises of woodworking shops on the results of an analysis of the examples of fires that occurred in woodworking enterprises in Ukraine is considered in the paper. The main fire-fighting facilities and systems that are equipped with closed rooms of woodworking shops are described. The main types of fire fighting equipment and systems are presented. For example, direct-flow and recirculation systems for air aspiration of the internal volume of the workshop, the types of modern fire control devices, fire detectors and annunciations, the main types of smoke and heat removal systems, the main types and suppliers of highly reliable automatic opening systems for evacuation doors, and the like. The technique for determining the required number of these means and systems is given, depending on the area of the shop. The methodology for determining fire risk for the protection object is considered. In addition, the dependencies are given for determining the components of fire risk, depending on the law of distribution of the operating time for failure of each component of the listed firefighting facilities and systems. The data on the mean values of the time between operating time and systems for failure are also presented. For example, the methodology for determining fire risk for a security object is considered, namely for a woodworking shop that is housed in a standardized standard section with standard dimensions of 72×144 m. It is revealed that in the case of arrangement of closed premises of woodworking shops with a complete set of fire fighting equipment and systems it is possible to provide an acceptable value fire risk for the facility for 10 years of operation of these facilities and systems. According to the recommendations of the World Health Organization and the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February 29, 2012 № 306, fire risks are classified as follows: 1) insignificant risk $\varepsilon \leq 10^{-6}$; 2) average risk $\varepsilon = 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$; 3) high (tolerant) risk $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$; 4) unacceptable $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$. Therefore, the value of fire risk for the facility for 10 years of operation will be within a marginal risk.

Keywords: fire; fire risk; fire protection devices and means; evacuation.