

Лариса Хаткова, кандидат педагогічних наук, доцент

(ORCID: 0000-0001-5140-0213),

Вікторія Дагіль (ORCID: 0000-0002-2382-0533),

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИННИ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ В УМОВАХ НАФТОБАЗИ

***Анотація.** Стратегія ефективного запобігання та профілактики виникнення пожеж повинна будуватись на основі цілей і задач створення безпеко-орієнтованого середовища та мінімізації наслідків в разі настання надзвичайної ситуації, зокрема пожежі. Існує багато технік або підходів як до якісного, так і до кількісного аналізу пожежних ризиків. Актуальним є питання деталізованого вивчення і вдосконалення методики оцінювання пожежних ризиків нафтобаз з метою забезпечення належного рівня протипожежного захисту та мінімізації індивідуальних ризиків для людей.*

Мета – визначення індивідуального пожежного ризику на етапах транспортування та зберігання нафтопродуктів на прикладі типової нафтобази в Черкаській області, розробка заходів щодо зниження ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із витоком нафтопродуктів та обмеження впливу небезпечних факторів пожежі та вибуху.

Об'єктами дослідження є ймовірності несприятливих подій у разі пожежі (використовувався метод структурних схем), і навіть індивідуальний пожежний ризик (використовувалися нормативні методи). Методом логічного дерева подій з урахуванням вимог норм здійснено розрахунок ймовірності реалізації сценаріїв розвитку аварії. Проведено прогнозування наслідків різноманітних аварійних сценаріїв розвитку надзвичайних ситуацій, пов'язаних із пожежами. Розраховані розподіли індивідуального пожежного ризику на об'єктах зберігання нафтопродуктів дозволили встановити ділянки максимальної небезпеки персоналу. Розраховані розподіли індивідуального пожежного ризику на об'єктах зберігання нафтопродуктів дозволили встановити місця максимальної небезпеки персоналу. Досліджено небезпеку розвитку аварії при розвантаженні залізничних цистерн, при зберіганні нафтопродуктів у резервуарах РВС-2000 та заповненні автомобільної цистерни.

Визначені параметри розвитку негативних подій за можливими небезпечними сценаріями для персоналу нафтобази при можливій аварії. Досліджено розподіл ймовірностей ураження небезпечними факторами пожежі та вибуху (спалаху) на території виробничого майданчика об'єкта для найбільш ймовірних сценаріїв розвитку аварії залізничної цистерни на залізничній естакаді, групи резервуарів РВС-2000 та автомобільної цистерни на естакаді наливу автомобільних. Розраховано значення індивідуального пожежного ризику у кожній точці території нафтобази. Розроблено заходи щодо зниження ризику для персоналу у небезпечних зонах.

***Ключові слова:** аварія, пожежна безпека, ризик, індивідуальний пожежний ризик, залізничний транспорт, автомобільний транспорт, нафтобаза.*

***Постановка проблеми.** Забезпечення безпеки персоналу на об'єктах зберігання нафти та нафтопродуктів є актуальним питанням. З урахуванням розвитку сучасних технологій безпеки та вдосконалення профілактичних заходів щодо безпеки повністю запобігти надзвичайним ситуаціям, пов'язаним з пожежами на об'єктах транспортування та зберігання*

нафти та нафтопродуктів на нафтобазах, не вдається. Аварії з пожежами на об'єктах транспортування та зберігання нафти та нафтопродуктів є тривалими, завдають значної матеріальної шкоди, призводять до травмування та загибелі персоналу. Таким чином, у сучасних умовах проблема зниження ймовірності виникнення техногенних аварій, пов'язаних із пожежами нафти та нафтопродуктів під час транспортування та зберігання, є актуальними.

Основою профілактичних заходів щодо мінімізації пожежної небезпеки під час транспортування і зберігання нафти та нафтопродуктів є розрахунок показника індивідуального пожежного ризику.

Розрахунок значення індивідуального пожежного ризику для промислових об'єктів, у тому числі об'єктів транспортування та зберігання нафтопродуктів, здійснюється на підставі [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В своїх роботах [1-7] вітчизняні та закордонні автори сходяться на думці, що розробка заходів протипожежного захисту потребує високого рівня прийняття рішень на всіх рівнях застосування, оскільки через примхливу природу небажаної пожежі очікується високий ступінь суб'єктивності, а отже, невизначеності. Практично в кожному аспекті протипожежного захисту практикуючий фахівець стає перед вибором альтернатив, кожна з яких має один або більше наслідків. Якщо вибір суб'єктивний, то його можна зробити лише тоді, коли виконуються три умови:

- усвідомлення можливих наслідків;
- розуміння ймовірності настання наслідків та їх кількісна оцінка;
- розуміння методу поєднання значень та ймовірностей від настання наслідків з огляду на вибраний вектор безпеки.

Кількісна оцінка наслідків часто є відображенням стратегії математичного моделювання, яка лежить в основі багатьох рішень, і, отже, вона дійсна лише в тій мірі, в якій є доречність обраної моделі або, включно, надійність її вхідних даних. Крім того, той факт, що більшість даних є суб'єктивними, ставить експертів на вершину «ланцюга» відповідальності за прийняття правильних рішень та вірного вибору методики оцінювання [2]. Так, в країнах Європейського Союзу, Америки, в Україні порядок оцінювання пожежних ризиків, їх впливу та наслідків від них регламентується вимогами ISO 23932 «Fire safety engineering – General principles», який прийнятий в Україні так званим «методом обкладинки». Цей міжнародний стандарт встановлює загальні принципи наочно-орієнтованої методології для оцінки рівня пожежної безпеки нового або існуючого забудованого середовища [9].

Мета статті. Мета роботи – визначення індивідуального пожежного ризику з використанням нормативної методики [11] на етапах транспортування та зберігання нафтопродуктів на прикладі типової нафтобази та розробка заходів щодо зниження ймовірності виникнення таких надзвичайних ситуацій.

Розрахунок ймовірності несприятливих подій у разі пожежі здійснювався за допомогою методу структурних схем [6]. Необхідні параметри для оцінки надійності технічних вузлів та елементів технологічної схеми транспортування та зберігання нафти та нафтопродуктів визначалися на основі довідкових даних. Методом логічного дерева подій з урахуванням вимог норм здійснено розрахунок ймовірності реалізації сценаріїв розвитку аварії з виникненням пожежі [6]. Проведено прогноз наслідків різних аварійних сценаріїв розвитку надзвичайних ситуацій, пов'язаних із пожежами.

Здійснено розрахунок величини індивідуального пожежного ризику з використанням нормативно-закріплених алгоритмів [11]. Для досліджень розвитку розрахункових оцінок, проведених раніше для аналогічних об'єктів, прийнято кліматичні характеристики Черкаської області.

Виклад основного матеріалу дослідження. Пожежна небезпека нафтобази. Об'єктом дослідження обрано нафтобазу, пожежна небезпека технологічного процесу якої є загальною для усіх нафтобаз України.

Транспортування і зберігання нафти, а також готових нафтопродуктів є важливими складовими нафтовидобувної та нафтопереробної галузей. На сьогоднішній день для зберігання нафти і нафтопродуктів як в Україні, так і за її кордонами, використовуються спеціальні інфраструктурні комплекси – нафтобази. Як правило, нафтобази складаються з підземних або надземних резервуарів, а також платформ для прийому або відвантаження нафти та нафтопродуктів з залізничних цистерн, автоцистерн, танкерів, нафтопроводів тощо.

Нафтобази зазвичай, розташовуються поблизу нафтопромислів, нафтопереробних заводів, насосних станцій, магістральних нафтопроводів і нафтопродуктопроводів, і нафтохімічних комплексів, а також можуть бути і самостійними підприємствами. Великі нафтоосховища в складі нафтобази, забезпечують рівномірне завантаження магістральних трубопроводів, компенсацію пікових і сезонних потреб споживання нафти і нафтопродуктів містами і промисловими районами, накопичення стратегічного запасу. Створення нафтобаз на території України забезпечує підвищення надійності роботи системи нафтопостачання нашої країни.

Бензин та дизельне паливо залізничним транспортом надходять на тимчасове зберігання до нафтобазу залізницею. Резервуарний парк нафтобази включає групу з вертикальних сталевих резервуарів РВС-2000. Для забезпечення споживачів паливом нафтопродукти завантажуються до автоцистерн. При технологічних операціях зливу та наливу як залізничних, так і автомобільних цистерн використовуються насосні агрегати.

Територію типової нафтобази можна розділити умовно на 4 пожежонебезпечні ділянки:

1. Естакада розвантаження залізничних цистерн.
2. Резервуарний парк.
3. Завантажувальна естакада наливу автоцистерн.
4. Насосна станція.

Дослідження небезпек для персоналу під час розвантаження залізничних цистерн.

Основні напрямки розвитку аварії при розвантаженні залізничних цистерн пов'язані:

1. З виходом нафтопродукту з технологічного обладнання з утворенням значної кількості парів нафтопродукту при:

а) розгерметизації обладнання через утворення тріщин та нещільностей у корпусі та арматурі цистерни;

б) руйнування корпусу цистерни через її перекидання.

2. Появою джерела запалювання:

а) самозаймання пірофорних відкладень;

б) проведення технологічних вогневих робіт;

в) розряди статичної та атмосферної електрики;

г) механічний вплив на технологічне обладнання;

д) тепловий прояв електричного струму.

Порушення цілісності корпусу залізничної цистерни відбувається через втому металу, корозії, заводського браку, ослаблення болтових з'єднань, а також механічна деформація засувки і клапанів та основних силових запорів.

Внаслідок перекидання цистерни можливе утворення пробою в місці удару, або в місці кріплення зливного пристрою до цистерни з подальшим утворенням розливу бензину та утворення значної кількості парів. Тертя цистерни об землю сприяє появі джерела запалювання та можливого займання парів розлитого нафтопродукту.

Враховуючи вищевикладене, можна припустити, що вихід нафтопродукту з цистерни та його розлив з утворенням вибухонебезпечної концентрації найбільш вірогідний при реалізації двох незалежних подій: порушення герметичності корпусу цистерни та її перекидання (рис. 1).

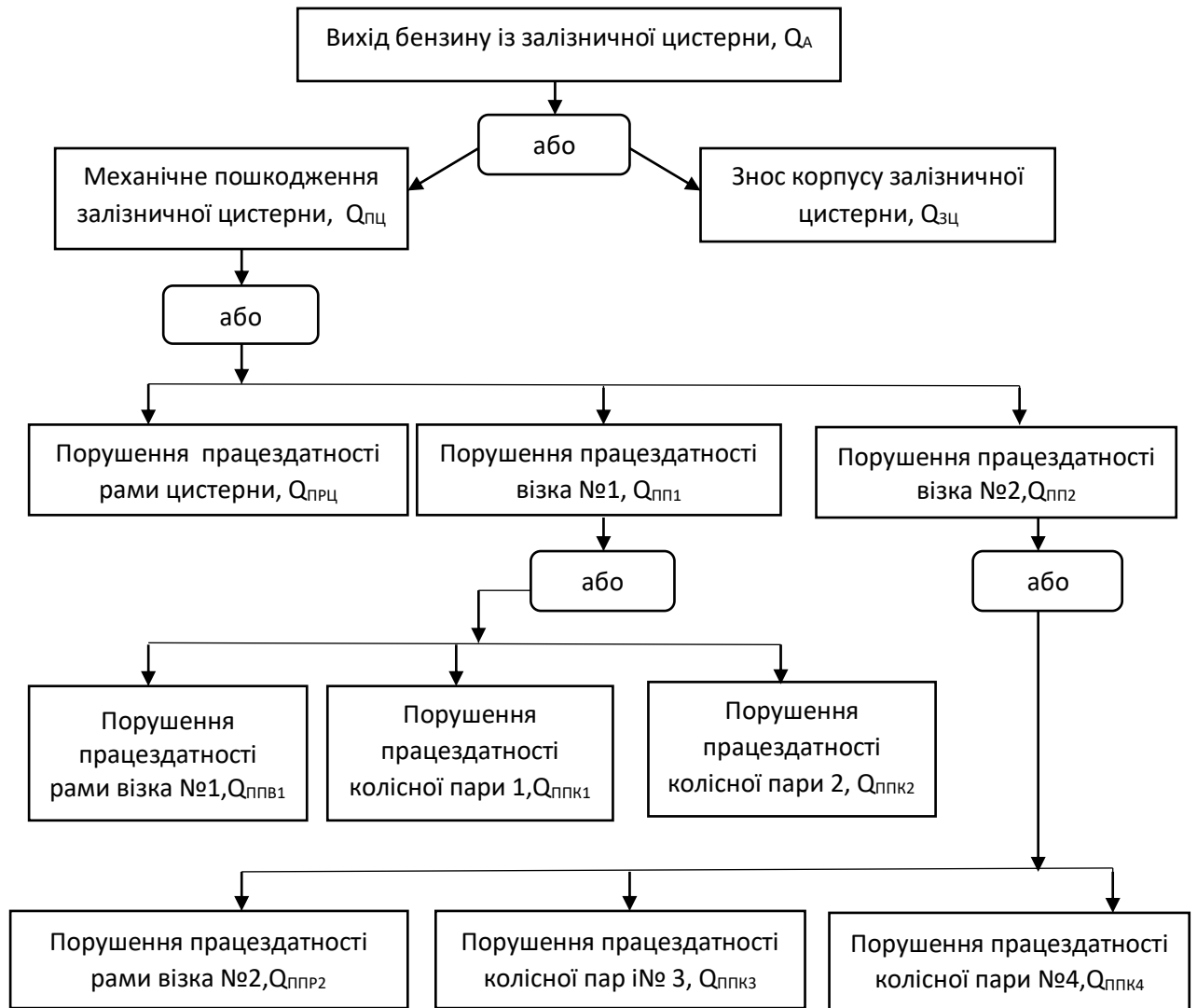


Рис. 1. Дерево виникнення та розвитку аварії залізничної цистерни на розвантажувальній естакаді нафтобази

Порушення працездатності (цілісності), що призводить до відмов конструктивних елементів залізничної цистерни, визначено з урахуванням даних про їх інтенсивність відмов: $\lambda_{\text{ПРЦ}} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$; $\lambda_{\text{ППР}} = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$; $\lambda_{\text{ППК}} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$; $\lambda_{\text{ЗЦ}} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$. Розрахунок параметрів надійності проводився на період безвідмовної роботи протягом року з використанням експоненційного закону розподілу ймовірності безвідмовної роботи. Розрахунком отримано значення відмов, що призводять до аварійного розливу: $Q_{\text{ПРЦ}} = 1,3 \cdot 10^{-2}$ на рік; $Q_{\text{ППР}} = 2,3 \cdot 10^{-3}$ на рік; $Q_{\text{ППК}} = 1,8 \cdot 10^{-2}$ на рік; $Q_{\text{ЗЦ}} = 7 \cdot 10^{-3}$ на рік, при цьому встановлено, що ймовірність аварії залізничної цистерни з розливом нафтопродукту становить $Q_A = 4,1 \cdot 10^{-4}$ на рік.

У разі виникнення та розвитку аварії залізничної цистерни біля нафтобази визначено такі небезпечні сценарії розвитку подій для персоналу нафтобази (рис. 2):

1) займання парів нафтопродукту без утворення ударної хвилі (сценарій A_1), небезпека для людей – теплове випромінювання із зони горіння;

2) займання парів розлитого нафтопродукту на віддаленні від місця аварії через деякий час за рахунок впливу вітру (сценарій A_2), небезпека для людей;

3) займання парів розливу з утворенням ударної хвилі з фронтом надлишкового тиску (сценарій A_3), небезпека для людей – ударна хвиля та тепловий вплив.

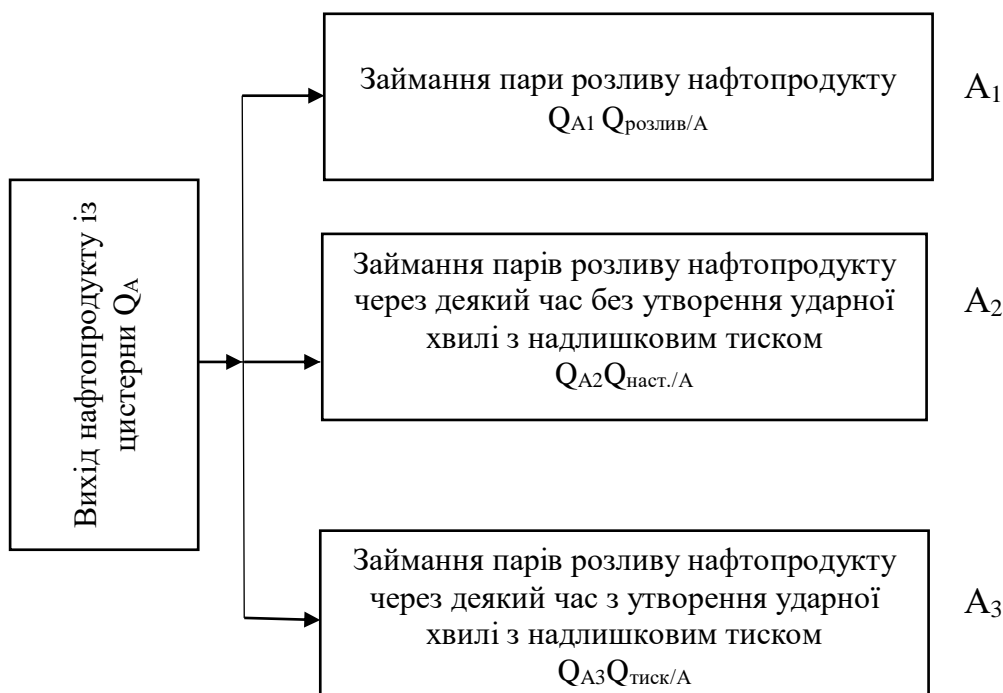


Рис. 2. Дерево подій під час аварії залізничної цистерни на естакаді розвантаження

Ймовірність відмови залізничної цистерни із запаленням парів бензину при його розливі – $Q_{A1} Q_{розлив/A} = 0,05$; ймовірність відмови з подальшим займанням парів нафтопродукту без спалаху (вибуху) $Q_{A2} Q_{наст./A} = 0,061$ і ймовірність відмови, запалення парів вуглеводнів та утворенням фронту надлишкового тиску – $Q_{тиск/A} = 0,1$. За результатами розрахунку для залізничної цистерни з бензином ймовірності реалізації різних сценаріїв розвитку аварії (ймовірність відмови) отримано наступні результати: $Q_{A1} = 2,1 \cdot 10^{-5}$ на рік; $Q_{A2} = 2,5 \cdot 10^{-5}$ на рік; $Q_{A3} = 4,1 \cdot 10^{-5}$ на рік.

Небезпечні чинники пожежі та вибуху (спалахи) розраховувалися для запропонованих варіантів аварії на різній відстані від місця виникнення аварії у напрямку розвитку пожежі, вибуху. Для розрахунків прийнято такі припущення: обсяг залізничної цистерни з бензином – $61,3 \text{ м}^3$ зі ступенем її заповнення – $0,95$; 1 л бензину розливається на $0,15 \text{ м}^2$, температура навколишнього середовища була прийнята рівною максимальною для Черкаської області. За таких умов інтенсивність теплового випромінювання досягає таких значень: на відстані 100 м від пожежі працівник отримає опік першого ступеня протягом $15\text{--}20 \text{ сек.}$

Також, на всій території нафтобази надлишковий тиск ударної хвилі при спалаху (вибуху) пароповітряної суміші парів бензину, представляє небезпеку для персоналу об'єкту.

Розподіл ймовірностей травмування персоналу нафтобази на території при різних варіантах розвитку аварії залізничної цистерни визначався за формулою:

$$Q_{тр./Ai} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Pr-5} e^{-\frac{U^2}{2}} dU \quad (1)$$

де i – порядковий номер несприятливого сценарію розвитку аварії;

$Pr = f(\sqrt{x^2 + y^2})$, – зв'язок між точкою виникнення аварії та точкою, в якій визначається небезпека для людини (x і y – координати людини з числа персоналу, який постійно перебував на території об'єкта);

U - параметр, рівний Pr .

На підставі отриманих даних розрахований потенційний ризик P , що визначає ймовірність загибелі людини з числа персоналу, що постійно знаходився на території об'єкта. Потенційний ризик для аварії залізничної цистерни з бензином розрахований за формулою

$$P_{зц} = \sum_i Q_{тр./A_i} Q_{A_i} \quad (2)$$

У місці виникнення аварії на залізничній цистерні знаходиться пік потенційного ризику $P_{зц}$ із максимальним значенням $8 \cdot 10^{-6}$ на рік.

За площею розливу бензину, визначають значення ймовірності ураження персоналу об'єкта тепловим випромінюванням, що дорівнює 1. Інтенсивність теплового випромінювання поза зони розливу нафтопродукту різко знижується. Також, знижується величина потенційного ризику.

Дослідження небезпек для персоналу під час аварії резервуарів РВС-2000. Небезпека аварії резервуарів, для персоналу нафтобази, розглянуто на прикладі аварії одного резервуара в групі.

Вихід бензину з резервуару РВС-2000 можливий в результаті руйнування металевих стінок резервуара при зовнішньому механічному впливі: появі нещільностей у результаті корозії і втоми металу (витікання нафтопродукту з резервуара буде відбуватися поступово), а також руйнуванні фундаменту резервуара (горюча рідина миттєво буде витікати в навколишнє середовище). При цьому за площу розливу необхідно прийняти площу території резервуарного парку (в межах обвалування).

Повне руйнування резервуара з бензином є найбільш імовірною загрозою розвитку аварії з такими значеннями ймовірності повного руйнування резервуару (ймовірності відмови) від $3 \cdot 10^{-7}$ на рік до 10^{-5} на рік, тому приймаємо для розрахунків $Q_B = 10^{-5}$ на рік.

Імовірність руйнування резервуару РВС-2000 з утворенням розливу бензину із спалахом дорівнює $Q_{B1} = 5 \cdot 10^{-7}$ на рік. Імовірність руйнування резервуару РВС-2000 займанням без виникнення спалаху (вибуху) дорівнює $Q_{B2} = 6,1 \cdot 10^{-7}$ на рік.

Імовірність руйнування резервуару РВС-2000 запаленням із виникненням спалаху (вибуху) та ударної хвилі з надлишковим тиском у її фронті склала $Q(B_3) = 10^{-6}$ на рік.

Значення потенційного ризику $P_{РВС1}$ є максимальним на території резервуарного парку та дорівнює $2,1 \cdot 10^{-6}$ на рік.

З метою розрахунку поля потенційного ризику для всієї групи з шести резервуарів використовували формулу

$$P_{РВС} = 1 - \prod_i [1 - P_{РВС_i}], \quad (3)$$

де $P_{РВС_i}$ – потенційний ризик для аварії і резервуару РВС-2000.

Найбільша величина потенційного ризику $P_{РВС} = 7,3 \cdot 10^{-6}$ на рік для аварії одного резервуара відзначається у 4-х областях при накладенні величин потенційних ризиків сусідніх резервуарів.

Дослідження небезпек для персоналу під час заповнення автоцистерни. Розлив нафтопродуктів під час технологічної операції заповнення автоцистерни на завантажувальній естакаді на території нафтобази можливий в результаті:

а) розгерметизації запірної арматури автомобільної цистерни;

б) помилки оператора;

в) порушення умов та правил транспортування нафтопродуктів;

а) ймовірність займання пари розливу бензину - $Q_{B1} = 2,3 \cdot 10^{-6}$ на рік;

б) ймовірність займання пари пального через деякий час спалаху (вибуху) $Q_{B2} = 2,9 \cdot 10^{-6}$ на рік;

в) ймовірність спалаху (вибуху) парів бензину з утворенням ударної хвилі та надмірним тиском у фронті спалаху (вибуху) – $Q_{B3} = 4,8 \cdot 10^{-7}$ на рік.

Різке збільшення потенційного ризику відбувається на межі аварійного розливу нафтопродукту, при цьому найбільше значення величини потенційного ризику $P_{АЦ} = 7,87 \cdot 10^{-6}$ на рік спостерігається в місці виникнення аварії.

Дослідження загальної небезпеки аварій для персоналу по всій території нафтобази. Розподіл потенційного ризику R для всієї території нафтобази визначено з урахуванням розрахунків потенційного ризику виникнення та розвитку вищевикладених сценаріїв аварій. На основі закону об'єднання ймовірностей отримано значення загального потенційного ризику.

Найбільше значення потенційного ризику R у разі виникнення аварії на нафтобазі визначено на естакаді наливу автомобільних цистерн, і вона дорівнює $8,36 \cdot 10^{-6}$ на рік.

Для розрахунку ймовірності загибелі людини з-поміж персоналу нафтобази (індивідуальний пожежний ризик) R враховується ймовірність наявності персоналу на території нафтобази q_j . Таким чином, для кожного працівника нафтобази розраховується значення індивідуального ризику за формулою

$$R_j = Rq_j \quad (4)$$

З метою отримання значень територіального розподілу ймовірності q_j присутності j -го працівника на території нафтобази було проведено аналіз часу знаходження j -го працівника лише на відкритому просторі на території нафтобази при виконанні обов'язків з обслуговування технологічного обладнання, а також отримано результати розподілу часу t_j присутності j -го персоналу на території об'єкту, що досліджується. Для цього використовувалась наступна залежність

$$q_j = \frac{t_j}{24} \quad (5)$$

Розраховані територіальні розподіли ймовірності присутності персоналу q_j дозволили визначити ймовірність знаходження однієї людини з-поміж персоналу в найбільш небезпечних точках на території об'єкта. Використовуючи отримані значення q , розраховані величини індивідуального пожежного ризику R та його територіальний розподіл.

Встановлено, що на території нафтобази найбільші величини індивідуального пожежного ризику R для персоналу нафтобази спостерігаються на залізничній естакаді розвантаження залізничних цистерн – $8 \cdot 10^{-6}$ на рік та естакаді завантаження автомобільних цистерн – $7,87 \cdot 10^{-6}$ на рік. При цьому територія резервуарного парку характеризується низькими величинами індивідуального пожежного ризику.

Висновки. Таким чином, найбільші значення індивідуального пожежного ризику для людей із числа персоналу на території нафтобази це: розвантажувально-навантажувальних естакади для автомобільних та залізничних цистерн $8 \cdot 10^{-6}$ на рік. Зниження величини ризику для персоналу нафтобази можливе шляхом скорочення часу перебування працівників у найнебезпечніших точках за рахунок автоматизації технологічних процесів розвантаження, завантаження нафтопродуктів, у тому числі у розробці технічних заходів щодо обмеження площі розливів при аварійному виході нафтопродуктів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. R.L.P. Custer and B.J. Meacham, Introduction to Performance-Based Fire Safety, Society of Fire Protection Engineers and National Fire Protection Association, Quincy, MA (1997).
2. S.E. Magnusson, H. Frantzich, and K. Harada, Fire Safety Design Based on Calculations: Uncertainty Analysis and Safety Verification, Department of Fire 102 Пожежна безпека, №41, 2022 Safety Engineering, Lund University, Lund, Sweden (1995).
3. G.V. Hadjisophocleous, D. Yung. A model for calculating the probabilities of smoke hazard from fires in multi-storey buildings. Journal of Fire Prof. Engr, 4(2), 1992, pp 67-80
4. Yung D., Hadjisophocleous G.V., Yager B. Case study: the use of FIRECAM to identify cost effective fire safety design options for a large 40-storey office building, Pacific Rim Conference and International Conference on Performance Based Codes and Fire Safety Design Methods, Maui, Hawaii, May 07, 1998, pp.441-452

5. Xiao-qianSun, Ming-chunLuo, Fire Risk Assessment for SuperHigh-riseBuildings, Procedia Engineering, Volume 71, 2014, Pp. 492-501. Kuzyk, A., Yemelianenko, S. (2019).
6. Ризик як характеристика стану пожежної безпеки. Пожежна безпека, 18, 101-106. Retrieved iz journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/1057
7. Fire Safety Engineering in Buildings, Part 1: Guidetothe Applicationof Fire Safety Engineering Principles, Table 21, British Standard Institutue, DD240, London, 1997.
8. ДСТУ ISO 23932:2009 «Fire safety engineering – Generalprinciples».
9. ISO 16733-1:2015 «Fire safety engineering Selection of design fire scenarios and designfires-Part 1: Selection of design fire scenarios».
10. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».
11. ДСТУ ISO 16732-1:2018 «Оцінювання пожежного ризику. Частина 1. Загальні положення».

REFERENCES

1. R.L.P. Custerand B.J. Meacham, Introductionto Performance- Based Fire Safety, Society of Fire Protection Engineersand National Fire Protection Association, Quincy, MA (1997).
2. S.E. Magnusson, H. Frantzich, and K. Harada, Fire Safety Design Basedon Calculations: Uncertainty Analysisand Safety Verification, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund, Sweden (1995).
3. G.V. Hadjisophocleous, D. Yung. A model for calculating the propapilitie sof smoke hazard from fire sinmulti-storeybuildings. Journal of Fire Prof. Engr, 4(2),1992, pp 67-80
4. Yung D., hadjisophocleous G.V., Yager B. Casestudy: the useof FIRECAM to identifiycost- effective fire safety design options for a large 40-storey of ficebuilding, PacificRimConferenceandInternationalConferenceonPerformanceBasedCodesandFireSafetyDesign Methods, Maui, Hawaii, May 07, 1998, pp.441-452
5. Xiao-qian Sun, Ming-chunLuo, Fire Risk Assessment for Super High-rise Buildings, Procedia Engineering, Volume 71, 2014, Pages 492-501.
6. Kuzyk, A., Yemelianenko, S. (2019). Risk as a characteristic of the state of fire safety. Journal Fire Safety 18, 101-106. Retrievedfrom<https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/PB/article/view/1057>
7. Fire Safety Engineering in Buildings, Part 1: Guideto the Application of Fire Safety Engineering Principles, Table 21, British Standard Institutue, DD240, London, 1997.
8. DSTU ISO 23932:2009 «Fire safety engineering – General principles». 10. ISO 16733-1:2015 «FiresafetyengineeringSelectionofdesignfirescenariosanddesignfires- Part 1: Selection of design fire scenarios»
9. ISO 16733-1:2015 «FiresafetyengineeringSelectionofdesignfirescenariosanddesignfires- Part 1: Selection of design fire scenarios»
10. DSTU 8828:2019 «Fire safety. General principles».
11. DSTU ISO 16732-2:2018 "Fire safety engineering. Fireriskassessment. Part 1. General principles".

A STUDY OF THE FIRE RISK VALUE IN TRANSPORTING AND STORING PETROLEUM PRODUCTS AT A TANK DEPOT

*Larisa KHATKOVA, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
(ORCID: 0000-0001-5140-0213),*

Victoria DAGIL (ORCID: 0000-0001-7335-609X),

*Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil
Protection of Ukraine*

Abstract: The goal is to determine the individual fire risk at the stages of transportation and storage of petroleum products on the example of a typical oil depot in Cherkasy region and to develop measures aimed to reduce the likelihood of leakage of petroleum products and limit the impact of fire and explosion hazards. The search objects are probabilities of diverse fire-related events (the block diagram method was used) and individual fire risks (there are various methods used). Using the event tree method and taking into account the standards requirements, the probability of accident development scenarios was calculated. Consequences of fire-related emergencies were predicted. The calculated distributions of individual fire-related risks at oil products storage facilities made it possible to identify areas of maximum danger for the personnel. The dangers when unloading rail way tanks, storing petroleum products in tanks RVS-2000 and filling into mobile tanks were investigated. The parameters of negative events were calculated following possible emergency scenarios for the personnel. The distribution of damage probabilities caused by dangerous fire and explosion-related factors at the production site for the most probable emergency scenarios that can develop at rail way tank station a railway overpass, a group of tanks RVS-2000 and autonomous tanks was studied. The fire risk value was calculated at each point of the tank farm. Measures aimed to reduce the risk to the personnel in hazardous areas were suggested.

Keywords: accident, fire safety, risk, individual fire risk, rail way transport, road transport, tank farm