

- мов, А. Д. Тевяшев, В. В. Дубровский. – М.: Стройиздат, 1990. – 368 с.
6. Евдокимов, А. Г. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, А. Д. Тевяшев. – Харьков, 1980. – 144 с.
 7. Евдокимов, А. Г. Информационно-аналитические системы управления инженерными сетями жизнеобеспечения населения [Текст] / А. Г. Евдокимов, В. А. Петросов. – Харьков: ХТУРЭ, 1998. – 412 с.
 8. Дядюн, С. В. Моделирование и рациональное управление системами водоснабжения при минимальном объеме оперативной информации [Текст] / С. В. Дядюн // Радиоэлектроника и информатика. – 2002. – № 20. – С. 111–115.
 9. Дядюн, С. В. Оптимизация потокораспределения в системах водоснабжения с большим числом активных источников [Текст] / С. В. Дядюн // Автоматизированные системы управления и приборы автоматки. – 2001. – Вып. 115. – С. 36–40.
 10. Дядюн, С. В. Оценка эффективности управления системами водоснабжения в зависимости от степени неопределенности модели [Текст] / С. В. Дядюн // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. – № 6/4 (14). – С. 4–6. doi:10.15587/2312-8372.2013.19572

ПОБУДОВА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯМ ВЕЛИКОГО МІСТА

У статті розглянуто структуру управління водопровідним господарством великого міста. Розроблено структурну схему міського водопровідного господарства, яка дозволяє простежити взаємозв'язок між підсистемами та їх функціональне призначення. Особлива увага приділяється головним труднощам та проблемам, які виникають при створенні автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) водопостачання міст.

Ключові слова: об'єкт управління, система водопостачання, функціонування, модель, критерій, якість, ефективність, автоматизоване управління.

Дядюн Сергій Васильович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет городского хозяйства ім. А. Н. Бекетова, Україна, e-mail: daulding@mail.ru.

Писаревський Ілля Матвеевич, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри готельного господарства та туризму, Харківський національний університет городского хозяйства ім. А. Н. Бекетова, Україна.

Штельма Ольга Николаевна, старший преподаватель, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет городского хозяйства ім. А. Н. Бекетова, Україна.

Дядюн Сергій Васильович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Писаревський Ілля Матвійович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри готельного господарства та туризму, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Штельма Ольга Миколаївна, старший викладач, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Dyadun Sergey, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, e-mail: daulding@mail.ru.

Pisarevskiy Iliya, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine.

Shtelma Olga, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine.

УДК 504.064; 665.71

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.57099

**Калиновський А. Я.,
Липовий В. О.,
Титаренко А. В.**

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ РИЗИКІВ ПІД ЧАС РЕМОНТНИХ РОБІТ НА РЕЗЕРВУАРАХ З НАФТОПРОДУКТАМИ

Розглянуто задачу виявлення впливу чинників на техногенні ризики, які утворюються внаслідок проведення ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами. Обґрунтовано залежність температури нафтозалишків під час гідромеханічного очищення резервуару із кількістю викидів в атмосферу. З використанням отриманих залежностей розраховано техногенні ризики ураження людей і забруднення довкілля на зазначених об'єктах та прилеглих територіях.

Ключові слова: техногенний ризик, забруднення довкілля, резервуар з нафтопродуктами, пробіт-функція, нафтозалишки.

1. Вступ

Як відомо, викиди та витіки небезпечних речовин внаслідок проведення ремонтних робіт з очищення внутрішніх технологічних поверхонь резервуарів із нафтопродуктами можуть призвести навіть до катастрофічного рівня збитків, шкоди довкіллю та життєвості людей.

У наукових дослідженнях, присвячених оцінюванню та управлінню техногенними, екологічними та іншими ризиками на промислових об'єктах, недостатню увагу

було приділено питанню забезпечення екологічної безпеки на потенційно небезпечних об'єктах з наявністю технологічних процесів, що пов'язані з проведенням регламентних робіт на резервуарах із нафтопродуктами.

Розв'язання науково-практичної задачі виявлення впливу чинників на техногенні ризики забруднення довкілля шкідливими речовинами, які утворюються внаслідок проведення ремонтних робіт на резервуарах із нафтопродуктами, є актуальним як наукове підґрунтя поліпшення стану забезпечення екологічної безпеки на небезпечних об'єктах і навколо них з наявністю техно-

логічних процесів зберігання нафтопродуктів, шляхом управління визначеними техногенними ризиками [1].

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

За результатами аналізу існуючих методів очищення резервуарів для зберігання нафтопродуктів від залишкових забруднень, характеру цих забруднень та їх впливу на екологічну та пожежну безпеку, а також розглянуто існуючі способи та устаткування для їх очищення.

Під час процесу розвантаження резервуарів частина нафтопродуктів затримується на внутрішніх поверхнях, конструкціях у вигляді суцільного (прилипло) шару [2]. Крім цього певна частина їх залишається в трубах, арматурі, насосах тощо. На дні резервуара осідають домішки, парафіни, асфальто-смолисті включення, продукти корозії, що відшарувалися (рис. 1).

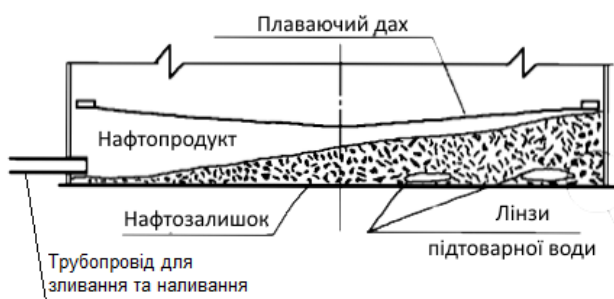


Рис. 1. Схематичне зображення розподілу нафтозалишків на дні резервуару типу РВС

В результаті утворюється нафтозалишок, кількість якого змінюється в широких межах і залежить від ряду факторів: фізико-хімічних властивостей нафтопродуктів, температурного режиму транспортування, технічного стану вантажної системи і таке ін.

Об'єм залишкових забруднень залежно від виду нафтопродуктів може коливатися від (0,3–10 %) об'єму нафтопродукту.

Питанню очищення резервуарів від залишків нафтопродуктів та безпеці цього технологічного процесу, пов'язаного з експлуатуванням або проведенням ремонтних робіт присвячено значний обсяг теоретичних та експериментальних досліджень таких вчених, як: Шавловський С. С., Кононов О. В., Анфіногентов В. В., Богданов В. С., Рожков О. В., Кузнецова О. В., Сорокумов В. П. та інших [3–9].

Однак цілий ряд питань екологічної та техногенної безпеки резервуарів з нафтопродуктами, присвячених спеціальним технологічним операціям: навантаження, вивантаження, підігріву, інертизації газового середовища, мийки мало вивчені. В зв'язку з цим дослідження техногенних ризиків забруднення довкілля під час ремонтних робіт резервуарів з нафтопродуктами, є актуальним науковим завданням.

Поліпшення стану забезпечення екологічної безпеки на небезпечних об'єктах та навколо них з наявністю технологічних процесів, пов'язаних з проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами, може бути досягнуто шляхом управління техногенними ризиками, визначеними з урахуванням впливу чинників на їх значення.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження – техногенні ризики та обсяги забруднення довкілля внаслідок аварійних ситуацій, обумовлених технологічними процесами експлуатування або проведення ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами.

Проведені дослідження ставили за мету виявлення впливу чинників на техногенні ризики забруднення довкілля шкідливими речовинами, які утворюються внаслідок проведення регламентних та ремонтних робіт на резервуарах із нафтопродуктами, як наукове підґрунтя управління зазначеними ризиками в системі забезпечення екологічної безпеки на цих об'єктах та навколо них.

Для досягнення поставленої мети визначено до розв'язання наступні задачі:

- провести аналіз стану забезпечення екологічної безпеки на об'єктах і навколо них з наявністю технологічних процесів, пов'язаних з експлуатуванням або проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами, та виявити шляхи його поліпшення;
- провести математичне моделювання процесу утворення на внутрішніх поверхнях стінок резервуару шкідливих технологічних відкладень з урахуванням фізико-хімічних властивостей нафтопродуктів і температури газоповітряного середовища в ньому;
- розробити методику та експериментально перевірити адекватність запропонованої моделі процесу утворення на внутрішніх поверхнях стінок резервуару шкідливих технологічних відкладень з урахуванням фізико-хімічних властивостей нафтопродуктів і температури газоповітряного середовища в ньому;
- із урахуванням отриманих результатів теоретичних та експериментальних досліджень провести розрахунки можливих об'ємів утворення продуктів очищення резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів з вмістом шкідливих речовин внаслідок технологічних операцій, пов'язаних з їх експлуатацією або проведенням ремонтних робіт;
- із застосуванням пробіт-функції провести теоретичні розрахункові дослідження з виявлення залежності ймовірності ураження людей і забруднення довкілля внаслідок аварій, пов'язаних з експлуатуванням або проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами, від параметрів технологічних відкладень та залишків нафтопродуктів, а також здійснити оцінювання значення техногенних ризиків;
- розробити та впровадити, шляхом включення окремим розділом, до інструкції з охорони праці при зачищенні резервуарів методичних рекомендації щодо розрахунку і управління техногенними ризиками на об'єктах з наявністю технологічних процесів, пов'язаних з експлуатуванням або проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами.

4. Дослідження техногенних ризиків забруднення довкілля під час ремонтних робіт на резервуарах з нафтопродуктами

При дослідженні процесу утворення технологічного залишку нафтопродуктів після спорожнення резервуару проведено математичне моделювання процесу утворення на внутрішніх поверхнях стінок резервуару шкідливих технологічних відкладень з урахуванням фізико-хіміч-

них властивостей нафтопродуктів і температури газоповітряного середовища в ньому та експериментально перевірено адекватність запропонованої моделі.

В результаті аналізу процесу утворення шару залишків нафтопродуктів на поверхнях резервуару після вивантаження [7] сформована модель у вигляді безрозмірної ступеневої залежності $\rho\sigma / K^2g = A(\eta^*)^a(\rho^*)^b(\sigma^*)^c$, що описує стан шару нафтозалишків на поверхнях резервуару і встановлює взаємозв'язок між кількісною характеристикою нафтозалишків – коефіцієнтом налипання K та їх фізико-хімічними характеристиками (щільністю ρ ($\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$), в'язкістю η ($\text{кг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$) і поверхневим натягом σ ($\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$).

Проведено експериментальні дослідження з шістьма видами нафтопродуктів, у якості яких використано декілька видів мазуту, що представляє увесь ряд їх в'язкості, виробництво яких здійснюється по сучасних технологіях на основі існуючої сировинної бази. Температурний режим експериментів змінювався в інтервалі 20...60 °С, при цьому кінематична в'язкість мазуту змінювалася в широких межах – від $40,0\cdot 10^{-6}$ до $15000,0\cdot 10^{-6}$ $\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$.

Встановлено експоненціальну залежність коефіцієнта налипання нафтопродуктів від температури для вертикальних і горизонтальних поверхонь резервуарів, що описується системою безрозмірних емпіричних залежностей $K=f(\rho, \eta, \sigma)$, які дозволяють з достатньою мірою достовірності прогнозувати кількість технологічного залишку нафтопродуктів після вивантаження (рис. 2).

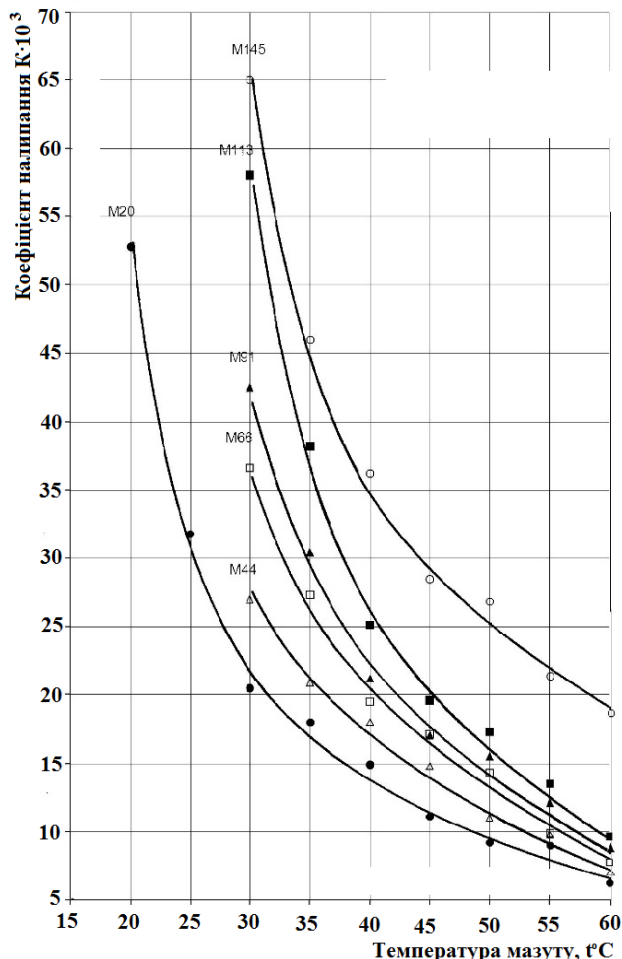


Рис. 2. Залежність значення величини коефіцієнту налипання мазуту від його температури, на вертикальних поверхнях резервуару

Визначені залежності показників нафтопродуктів, що характеризують адгезійну взаємодію з поверхнею резервуару, від температури (рис. 3):

- при зниженні температури від 60 до 40 °С поверхневий натяг лінійно збільшується;
- при зменшенні температури від 40 до 20 °С спостерігається нелінійне зростання поверхневого натягу;
- величина крайового кута лінійно підвищується при зниженні температури в усьому діапазоні від 60 до 20 °С.

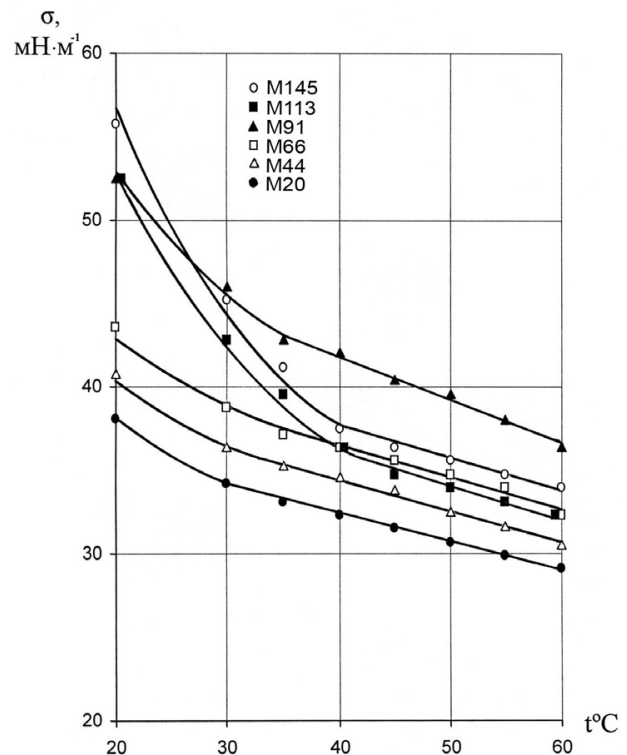


Рис. 3. Залежність значень поверхневого натягу мазуту від його температури

5. Вивчення можливих об'ємів утворення продуктів очищення резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів з вмістом шкідливих речовин

З урахуванням отриманих результатів теоретичних та експериментальних досліджень були проведені розрахунки можливих об'ємів утворення продуктів очищення резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів з вмістом шкідливих речовин внаслідок технологічних операцій, пов'язаних з їх експлуатацією або проведенням ремонтних робіт.

Проведено теоретичні дослідження з виявлення залежності обсягу викидів шкідливих речовин з резервуарів в атмосферу, що утворюються в результаті робіт з очищення резервуарів за різних температур мийної рідини.

Під час очищення резервуарів від залишків нафтопродуктів хіміко-механізованим способом відбувається інтенсифікація процесів випаровування нафтопродуктів у вільний об'єм резервуару, у тому числі і за рахунок теплоти нагрітого розчину технічного мийного засобу.

При термічному впливі струменя технічного мийного засобу на залишки нафтопродуктів у резервуарі відбувається нагрівання нафтозалишку, в результаті чого

концентрація вибухопожежонебезпечних парів нафтопродукту всередині резервуара підвищується. Необхідно дати кількісну оцінку процесу насичення вільного простору резервуара парами нафтопродукту.

В результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь 1-го порядку отримана залежність температури суміші нафтозалишку з мийним розчином (T_1) від тривалості процесу нагрівання (τ) (час проведення очищення):

$$T_1 = \frac{Z_2}{Z_1 - Z_2} (T_1^\infty - T_1^0) e^{Z_1 \tau} - \frac{Z_1}{Z_1 - Z_2} (T_1^\infty - T_1^0) e^{Z_2 \tau} + T_1^\infty, \quad (1)$$

де $z_{1,2} = (-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}) / 2A$ – корені характеристичного рівняння.

За допомогою рівняння (1) можна визначити час, протягом якого нафтозалишок буде нагрітий до заданої температури, а також змінення температури нафтозалишку протягом цього часу.

В результаті вивчення процесів взаємодії нафтозалишків з поверхнею резервуара і впливу на них струменя мийної рідини розроблена концептуальна модель проблемної області, що досліджується (рис. 4).

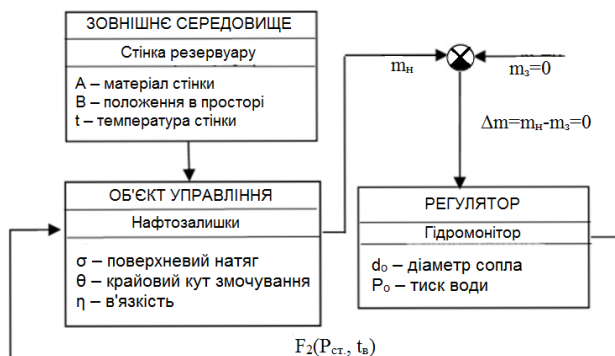


Рис. 4. Схема взаємодії середовищ в системі «резервуар – нафтозалишки – мийна рідина»: $P_{ст}$ – тиск струменя мийного розчину; m_n – маса нафтозалишків в резервуарі; m_3 – задане значення маси нафтозалишків

Властивості «зовнішнього середовища», «об'єкта управління» і параметри «регулятора» вказані у відповідних блоках схеми.

6. Обговорення результатів дослідження з виявлення залежності ймовірності забруднення довкілля внаслідок аварій, пов'язаних з проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами

Із застосуванням пробіт-функції проведено теоретичні розрахунки дослідження з виявлення залежності ймовірності забруднення довкілля внаслідок аварій, пов'язаних з проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами, від параметрів технологічних відкладень та залишків нафтопродуктів, а також здійснити оцінювання значення техногенних ризиків.

Розрахункові величини техногенного ризику є кількісною мірою можливості реалізації екологічної та техногенної небезпеки об'єкта та її наслідків для людей і довкілля.

Кількісною мірою можливості реалізації екологічної та пожежної небезпеки об'єкта є ризик загибелі людей в результаті впливу небезпечних техногенних факторів, в тому числі:

- ризик загибелі працівника об'єкта;
- ризик загибелі людей, що знаходяться в селитебній зоні поблизу об'єкта.

Ризик загибелі людей в результаті впливу небезпечних техногенних факторів на об'єкті характеризується числовими значеннями індивідуального і соціального техногенних ризиків.

Для оцінки наслідків аварій слід проводити порівняння величин небезпечних техногенних факторів з критеріями ураження зазначеними небезпечними факторами людей, будівель, споруд та обладнання (рис. 5). Для оцінки техногенного ризику використовуються, як правило, ймовірнісні критерії ураження небезпечними техногенними факторами. Детерміновані критерії використовуються при неможливості застосування ймовірнісних критеріїв.

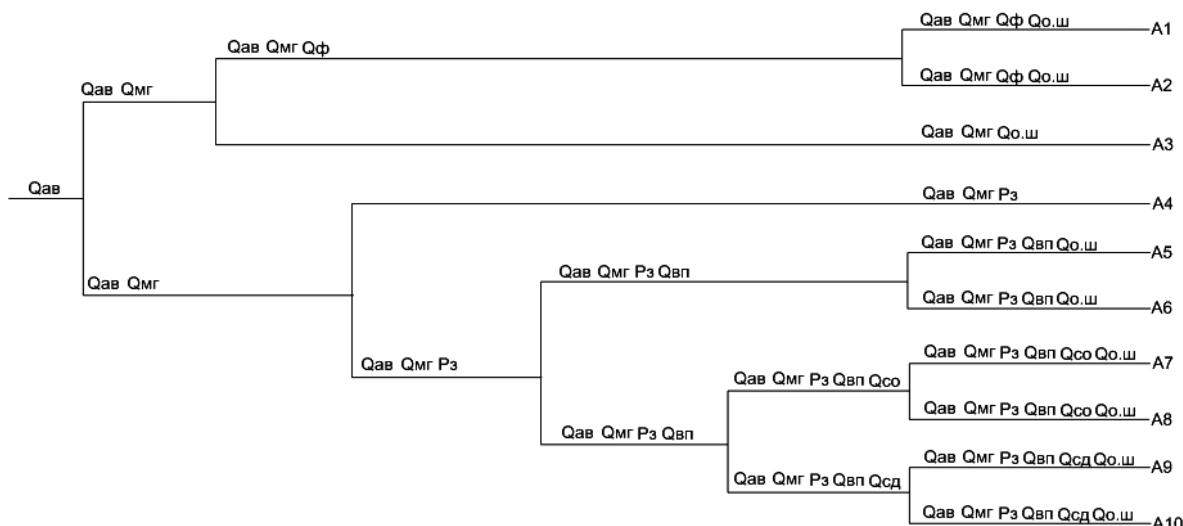


Рис. 5. Дерево подій при аваріях в резервуарах зберігання нафтопродуктів

Детерміновані критерії показують значення параметрів небезпечного фактору, при яких спостерігається той чи інший рівень ураження людей або руйнування навколишніх будівель, споруд та обладнання. У разі використання детермінованих критеріїв умовна ймовірність ураження приймається рівною 1, якщо значення критерію перевищує граничнодопустимий рівень, і рівною 0, якщо значення критерію не перевищує гранично допустимий рівень ураження людей або руйнування навколишніх будівель, споруд та обладнання. Наприклад, для події А5 (рис. 6) приймається, що умовна ймовірність загибелі людини, що потрапила в зону впливу небезпечного техногенного фактору, дорівнює 1, за межами цієї зони умовна ймовірність загибелі людини приймається рівною 0.

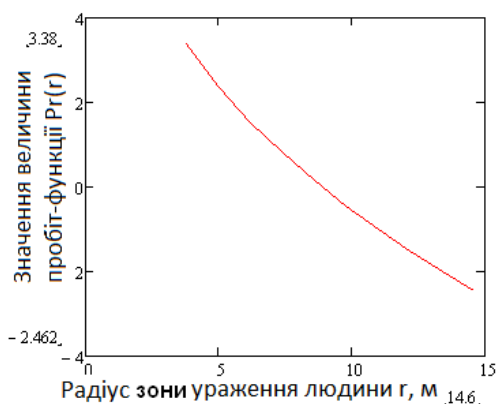


Рис. 6. Залежність значень потенційного ризику від значення пробіт-функції для події А5, що наведено на дереві подій (рис. 5)

Ймовірнісні критерії показують, яка ймовірність ураження людей або руйнування будівель, споруд і устаткування при заданому значенні небезпечного техногенного фактору [10].

Із використанням отриманих залежностей та пробіт-функції проведено теоретичні розрахункові дослідження з визначення техногенних ризиків ураження людей (рис. 6) і забруднення довкілля внаслідок експлуатації та проведення ремонтних робіт на резервуарах із нафтопродуктами, від параметрів технологічних відкладень, а також залишків нафтопродуктів, які залежно від розглянутих сценаріїв виникнення аварійних ситуацій досягають значень від $1,689 \cdot 10^{-8}$ до $3,38 \cdot 10^{-5}$ рік⁻¹.

Результати проведених досліджень планується використати при розробленні методичних рекомендацій щодо розрахунку і управління техногенними ризиками на об'єктах з наявністю технологічних процесів, пов'язаних з експлуатаванням або проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами. Вищезазначені рекомендації можна використовувати в роботі резервуарних парків для зберігання нафти і нафтопродуктів.

7. Висновки

Наведено розв'язання задачі виявлення впливу чинників на техногенні ризики забруднення довкілля шкідливими речовинами, які утворюються внаслідок проведення ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами, як підґрунтя управління зазначеними ризиками в системі забезпечення екологічної безпеки та умов

не завдання шкоди життєдіяльності людини на таких об'єктах та навколо них.

На підставі проведеного аналізу забезпечення екологічної безпеки на об'єктах з наявністю технологічних процесів, пов'язаних з проведенням ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами, виявлено, що найбільша загроза негативного впливу на довкілля та завдання шкоди життєдіяльності людини на таких об'єктах та навколо них, обумовлена можливістю викидів небезпечних продуктів очищення резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів.

За результатами аналізу системи управління техногенною безпекою небезпечних об'єктів із наявністю резервуарів та територій навколо їх розташування висунена ідея, що її поліпшення можна досягти шляхом управління техногенними ризиками, визначеними з урахуванням впливу фізико-хімічного складу нафтопродуктів, температури газоповітряної суміші всередині резервуару на їх значення.

Із використанням пакету прикладних програм розроблено модель процесу утворення шару залишків нафтопродуктів на поверхнях резервуару, що пов'язує коефіцієнт налипання K з поверхневим натягом σ (кг·с⁻²) і щільністю ρ (кг·м⁻³), η^* , ρ^* і σ^* – безрозмірними відносними показниками. З її застосуванням виявлено вплив щільності, в'язкості і поверхневого натягу на коефіцієнт налипання та товщину шкідливих відкладень на його внутрішніх технологічних поверхнях.

На підставі отриманих результатів досліджень встановлено, що залежність коефіцієнту налипання відкладень на внутрішніх технологічних поверхнях від температури газоповітряного середовища резервуару описується експоненціальною залежністю. Максимальне значення відносної похибки між отриманими експериментальними та літературними даними не перевищує 9 %.

За результатами проведених розрахунків та експериментальних досліджень з'ясовано, що об'єм утворення продуктів очищення резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів з вмістом небезпечних речовин внаслідок технологічних операцій, пов'язаних з проведенням ремонтних робіт, складає від 1,2 до 9,1 м³ технологічного залишку на 100 м³ об'єму резервуару.

На підставі отриманих результатів досліджень виявлено, що підвищення температури технологічних залишків нафтопродуктів на 20 °С внаслідок технологічного процесу очищення резервуару із застосуванням мийної рідини призводить до збільшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, які утворюються в результаті робіт з очищення резервуарів, у діапазоні від 12 % до 37 % залежно від його типорозміру порівняно з викидами за штатного режиму експлуатації.

Із використанням отриманих залежностей та пробіт-функції проведено теоретичні розрахункові дослідження з визначення техногенних ризиків забруднення довкілля внаслідок проведення ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами, від параметрів технологічних відкладень, а також залишків нафтопродуктів, які залежно від розглянутих сценаріїв виникнення аварійних ситуацій досягають значень від $1,689 \cdot 10^{-8}$ до $3,38 \cdot 10^{-5}$ рік⁻¹.

Література

1. Липовий, В. О. Дослідження термічного впливу струменя миючих рідин на нефтеостаток в резервуарах [Текст] / В. О. Липовий // Східно-Європейський журнал передових

- технологій. – 2014. – № 6/5 (72). – С. 10–14. doi:10.15587/1729-4061.2014.33811
2. Кацман, Ф. М. Защита от коррозии нефтяных резервуаров – актуальная задача современности [Текст] / Ф. М. Кацман // Нефтегаз. – 2003. – № 11. – С. 17–19.
 3. Шавловский, С. С. Основы динамики струи при разрушении горного массива [Текст] / С. С. Шавловский. – М.: Наука, 1979. – 174 с.
 4. Голиков, В. А. Технология научного исследования по совершенствованию предремонтной подготовки танков нефтеналивных судов [Текст] / В. А. Голиков, В. В. Анфиногентов // Проблемы сбалансированности мирового рынка морской торговли. – 2011. – С. 47–52.
 5. Голиков, В. А. Определение рационального режима процесса мойки грузового отсека танкера [Текст] / В. А. Голиков, В. В. Анфиногентов // Проблемы техники. – 2011. – № 2. – С. 87–95.
 6. Голиков, В. А. Линейная математическая модель динамики очистки воздуха от химических загрязнителей в центральном кондиционере [Текст] / В. А. Голиков, Н. А. Мамкичев, В. Г. Попов // Сборник научных трудов УГМУ им. адм. Макарова. – 2000. – № 2 (368). – С. 24–29.
 7. Gardner, R. Overview and Characteristics of Some Occupational Exposures and Health Risks on Offshore Oil and Gas Installations [Text] / R. Gardner // Annals of Occupational Hygiene. – 2003. – Vol. 47, № 3. – P. 201–210. doi:10.1093/annhyg/meg028
 8. Aissani, N. Dynamic scheduling of maintenance tasks in the petroleum industry: A reinforcement approach [Text] / N. Aissani, B. Beldjilali, D. Trentesaux // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2009. – Vol. 22, № 7. – P. 1089–1103. doi:10.1016/j.engappai.2009.01.014
 9. Dey, P. K. Managing project risk using combined analytic hierarchy process and risk map [Text] / P. K. Dey // Applied Soft Computing. – 2010. – Vol. 10, № 4. – P. 990–1000. doi:10.1016/j.asoc.2010.03.010
 10. Исаченко, В. П. Теплопередача [Текст] / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1981. – 417 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ВО ВРЕМЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА РЕЗЕРВУАРАХ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Рассмотрена задача определения влияния факторов на техногенные риски, которые образуются в результате про-

ведения ремонтных работ резервуаров с нефтепродуктами. Обосновано зависимость температуры нефтеостатков при гидромеханической очистке резервуара с количеством выбросов в атмосферу. С использованием полученных зависимостей рассчитаны техногенные риски поражения людей и загрязнения окружающей среды на указанных объектах и прилегающих территориях.

Ключевые слова: техногенный риск, загрязнение окружающей среды, резервуар с нефтепродуктами, пробит-функция, нефтеостатки.

Калиновський Андрій Якович, кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна, e-mail: kalinovskyy.a@nuczu.edu.ua.

Липовий Володимир Олександрович, викладач, кафедра пожежної та техногенної безпеки об'єктів та технологій, Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна.

Титаренко Андрій Вікторович, заступник начальника факультету оперативно-рятувальних сил, Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна.

Калиновский Андрей Яковлевич, кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры инженерной и аварийно-спасательной техники, Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков, Украина.

Липовой Владимир Александрович, преподаватель, кафедра пожарной и техногенной безопасности объектов и технологий, Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков, Украина.

Титаренко Андрей Викторович, заместитель начальника факультета оперативно-спасательных сил, Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков, Украина.

Kalynovsky Andriy, National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: kalinovskyy.a@nuczu.edu.ua.

Lipovii Vladimir, National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.

Titarenko Andrey, National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

УДК 681.518.54

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.57059

Мигущенко Р. П.

ВИЯВЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ СТАТИСТИЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Розглянуті ймовірнісні моделі прийняття рішень в складі узагальненого алгоритму технічного діагностування. Доведено існування трьох джерел невизначеності статистичних рішень, що впливають на вірогідність діагностування при обмеженнях на кількість вимірювальної інформації. Розроблені та наведені ймовірнісні графічні моделі видів вірогідності діагностики динамічних об'єктів.

Ключові слова: діагностування, вірогідність, ймовірність, невизначеність, нестационарність, вирішувальна функція, дискримінантний аналіз.

1. Вступ

Підвищення якості і експлуатаційної надійності будь-якої технологічно і технічно складної промислової продукції, особливо, якщо остання енергонасичена і має

динамічні властивості, неможливе без удосконалення методів, приладів та інформаційно-вимірювальних технологій контролю і функціональної діагностики. Така продукція (дизельні і газотурбінні двигуни, будівельні, дорожні, сільськогосподарські машини і механізми,