

УДК 614.839

doi: <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2019-2-75-84>

О.М. Землянський
Т.В. Костенко
С.В. Куценко
О.В. Костирка
А.В. Куцелан

ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДОКРИТИЧНИХ І КРИТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ РІВНЯ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРАХ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Мета роботи полягає в підвищенні ефективності виявлення надзвичайних ситуацій шляхом розробки науково-обґрунтованих підходів до визначення докритичних і критичних значень рівня рідини в резервуарах нафти та нафтопродуктів відповідними автоматизованими системами. Об'єктом дослідження є процеси функціонування систем контролю та запобігання аваріям на складах нафти та нафтопродуктів.

Методи досліджень. У дослідженні використано теоретичні та емпіричні наукові методи. Проведено аналіз літературних джерел щодо особливостей зміни рівнів рідини в резервуарах та особливостей функціонування систем контролю. Для встановлення зміни рівнів рідини використано результати спостереження за зміною кліматичних умов та рівнями рідини в резервуарах. На основі проведеного аналізу виконано формалізацію зміни рівня рідини.

Результати. Проаналізовано особливості здійснення автоматизованого контролю за рівнем нафти та нафтопродуктів у резервуарах. Визначено особливості застосування автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення щодо контролю рівня в резервуарах. Досліджено параметри, які впливають на зміну рівня рідини. Розраховані значення небезпечного приросту рівня рідини, який може виникнути при нагріванні резервуару на 5°C, для різних розмірів резервуарів лежать в межах від 12 мм для дизельного пального та до 129 мм для резервуарів з бензином. Максимальна допустима швидкість наповнення резервуару становить не більше 3 м висоти резервуару за годину, тому при нормальній роботі може бути досягнуто рівень на 3,3 мм вище робочого, перевищення цього рівня свідчить про аварійну ситуацію, звідси докритичний рівень має бути вищий від верхнього робочого на цю розраховану величину певну.

Наукова новизна. Отримано залежності, які дозволяють визначати значення докритичного рівня рідини в резервуарах нафти та нафтопродуктів.

Практична значимість. Отримані результати можуть бути використані при побудові автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення таким чином, щоб їх спрацювання не дублювало роботу існуючих протиаварійних систем.

Ключові слова: резервуари нафтопродуктів, рівні нафти, теплове розширення

Вступ.

Щороку в світі виникають тисячі техногенних аварій та катастроф. Одними з наймасштабніших є пожежі на об'єктах переробки та зберігання нафти та нафтопродуктів. Відома пожежа, що виникла 8 червня 2015 року на нафтобазі "БРСМ-Нафта" під Києвом, яку гасили понад 8 днів. В результаті ліквідації пожежі 6 осіб загинуло, з яких 4 пожежники і 18 осіб травмовано.

Внаслідок пожежі на нафтобазі в Киргизії м. Джалал-Абаде 10 травня 2019 року евакуювали 2 тисячі людей, щонайменше 2 особи отримали 50% опіків тіла, з яких один пожежник. До гасіння пожежі було залучено 14 одиниць техніки.

В Дір-Парку штаті Техас 17 травня 2019 року виникла пожежа на складі

нафтопродуктів, яку не могли загасити кілька днів. Пожежа призвела до викиду токсичних хімічних речовин у повітря та водойми. 7 осіб отруїлося продуктами горіння.

21 червня 2019 року на нафтоперероблюючому комплексі у Філадельфії США виникла масштабна пожежа, яка призвела до травмування 5 працівників. 3 пожежею не могли впоратися більше 8 годин.

Ще одна небезпека, яку несуть такі пожежі є високий ризик травматизму серед осіб задіяних при їх ліквідації [1]. Зокрема високий рівень отримати термічні опіки та навіть з смертельними наслідками при різкій зміні обстановки на пожежі. Тому задача попередження аварій та катастроф на складах нафти та нафтопродуктів є досить

актуальною задачею. І одним з важливих елементів розв'язання цієї задачі є забезпечення безпечного рівня нафти в резервуарах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Забезпечення безпеки резервуарних парків є досить складною задачею. В роботі [2] аналізуються фактори, які впливають на безпеку в зоні зберігання нафтових резервуарів, з урахуванням людського фактору обслуговуючого персоналу, наявних засобів пожежогасіння, систем протипожежного захисту та виробничого контролю. В результаті досліджень виявили складні причинно-наслідкові зв'язки як між факторами пожежної безпеки, так і між автоматизованими системами безпеки. Контроль концентрації вибухонебезпечних парів на складах нафти і нафтопродуктів вимагає врахування особливостей технологічного процесу, зокрема потрапляння в навколишнє середовище парів нафтопродуктів під час великих та малих циклів дихання резервуарів. Особливості визначення місця аварійного викиду таких речовин розглянуто в [3].

Відповідно до [4] з метою своєчасного виявлення загрози виникнення надзвичайної ситуації та оповіщення населення на об'єкті

необхідно контролювати одночасно кілька параметрів:

- концентрацію вибухонебезпечних речовин в повітрі;
- рівень рідини в резервуарах;
- тиск в середині резервуарів, трубопроводів тощо;
- температуру вибухонебезпечних речовин;
- наявність витоків.

У міжнародній практиці експлуатації резервуарів для зберігання нафти та нафтопродуктів прийнято виділяти декілька рівнів нафтопродуктів у резервуарах.

- Мінімальний критичний (H_{min})
- Нижній робочий (мінімальний нормативний - H_n)
- Верхній робочий (максимальний нормативний - H_v)
- Максимальний критичний (аварійний H_{max}).

Під час зниження рівня нафтопродуктів до певного мінімального рівня в місці встановлення приймального отвору може утворитися вир (воронка). Така ситуація призведе до змішування нафтопродуктів з повітрям і як наслідок порушення нормальних умов експлуатації обладнання обліку та перекачування.

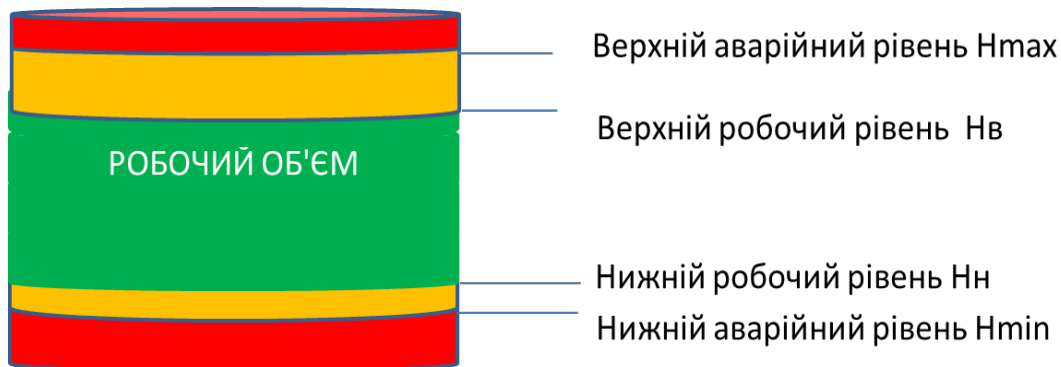


Рис. 1 Рівні нафти та нафтопродуктів у резервуарах

знаходження рівня нафтопродуктів в межах від мінімального робочого до максимального робочого забезпечується нормальною роботою систем.

При перевищенні рівня нафтопродуктів вище максимального робочого рівня припиняється робота насосів

з наповнення резервуарів. Однак процес зупинки має певну інерційність, також нафтопродукти можуть збільшувати свій об'єм при нагріванні та можливі порушення роботи в системах технологічного контролю, що в результаті призведе до надмірного заповнення резервуару. Тому

підчас експлуатації резервуарів нафти і нафтопродуктів розглядають ще один рівень – максимальний критичний або аварійний. Перевищення максимального критичного рівня може призводити до руйнування резервуару, витоку нафтопродуктів чи створення перешкод для роботи генераторів піни системи пожежогасіння.

Резервуари для нафти і нафтопродуктів можуть обладнуватися наступними приладами та засобами автоматики:

- місцевим і дистанційним вимірювачами рівня рідини в резервуарі;
- сигналізатором максимального робочого рівня рідини в резервуарі;
- сигналізатором максимального (аварійного) рівня рідини в резервуарі;
- дистанційним вимірювачем середньої температури рідини в резервуарі;
- місцевим і дистанційним вимірювачем температури рідини в районі приймально-роздавальних патрубків у резервуарі, обладнаних пристроєм для підігріву рідини;
- пожежними сповіщувачами і засобами ввімкнення системи пожежогасіння;
- дистанційним сигналізатором загазованості над плаваючою покрівлею;
- зниженим пробовідбірником;
- сигналізатором верхнього положення понтону;
- датчиком витоку.

Мета статті полягає в підвищенні ефективності виявлення надзвичайних ситуацій шляхом розробки науково-обґрунтованих підходів до визначення докритичних і критичних значень рівня рідини в резервуарах нафти та нафтопродуктів відповідними автоматизованими системами. Об'єктом дослідження є процеси функціонування систем контролю та запобігання аваріям на складах нафти та нафтопродуктів.

Температурний підхід до визначення докритичних та критичних параметрів рівня нафти в резервуарі

У розрізі нормативного регулювання рівні резервуарів визначаються у паспортах на резервуари, які розробляються проектувальними організаціями. Чітке визначення максимального робочого рівня передбачено лише для резервуарів з плаваючою покрівлею і становить 300 – 500 мм до максимального можливого рівня заповнення резервуару. Водночас для інших типів резервуарів робочий об'єм рекомендується обирати як 85-95% від фактичного об'єму резервуару.

Зміна рівня в резервуарі через температурні коливання може бути значною, оскільки нафта та нафтопродукти мають значний об'ємний коефіцієнт розширення (табл.3.1).

Таблиця 1 – Коефіцієнти об'ємного розширення нафтопродуктів β , $10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Дизельне паливо	9,5
Бензин	12,4
Гас	10
Нафта	10

Таким чином, на зміну рівня нафтопродуктів впливатимуть коливання температури навколишнього середовища протягом певного періоду. Найбільші добові коливання температури спостерігаються в період з квітня по жовтень, при цьому найбільші добові коливання спостерігаються в квітні і сягають $23 \text{ } ^\circ\text{C}$. (рис. 2).

Протягом 2013-2018 рр максимальне коливання температур за місяць становило $55 \text{ } ^\circ\text{C}$, а усереднене значення – $25 \text{ } ^\circ\text{C}$

Однак процес нагрівання нафтопродуктів має певну інерційність, тому для розрахунку можливого розширення нафтопродуктів доцільного розглянути середньодобові значення температур.

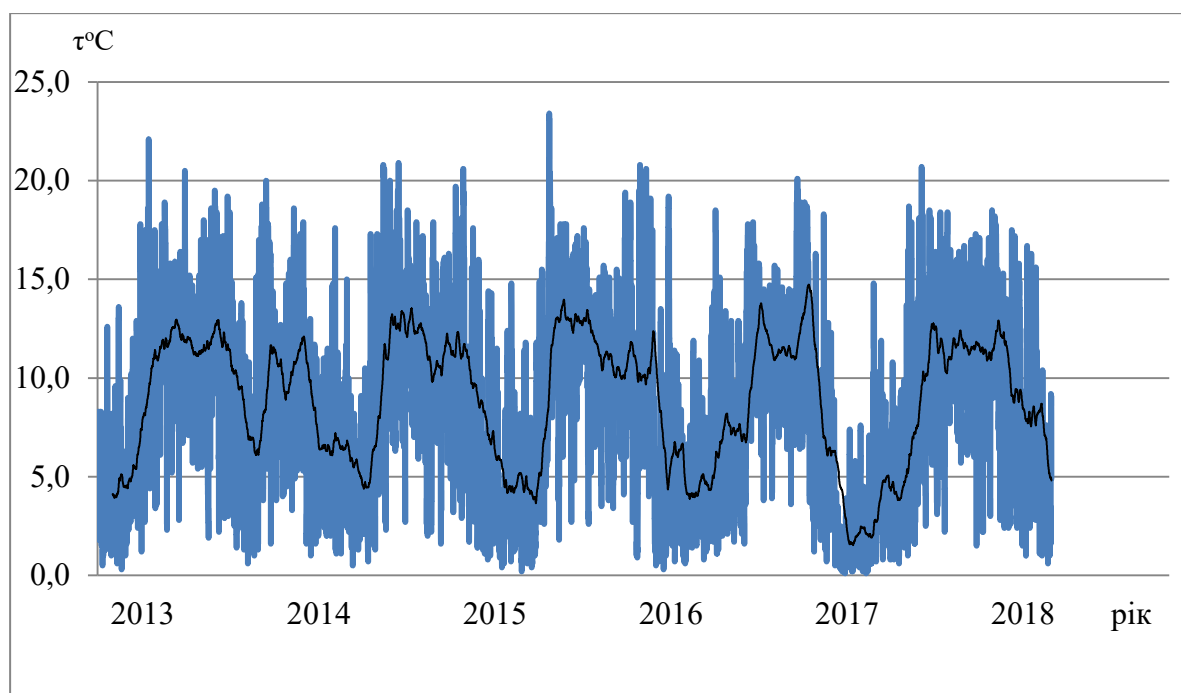


Рис. 2 Графік добових приростів температури повітря за період 2013-2018 рр в м. Черкаси

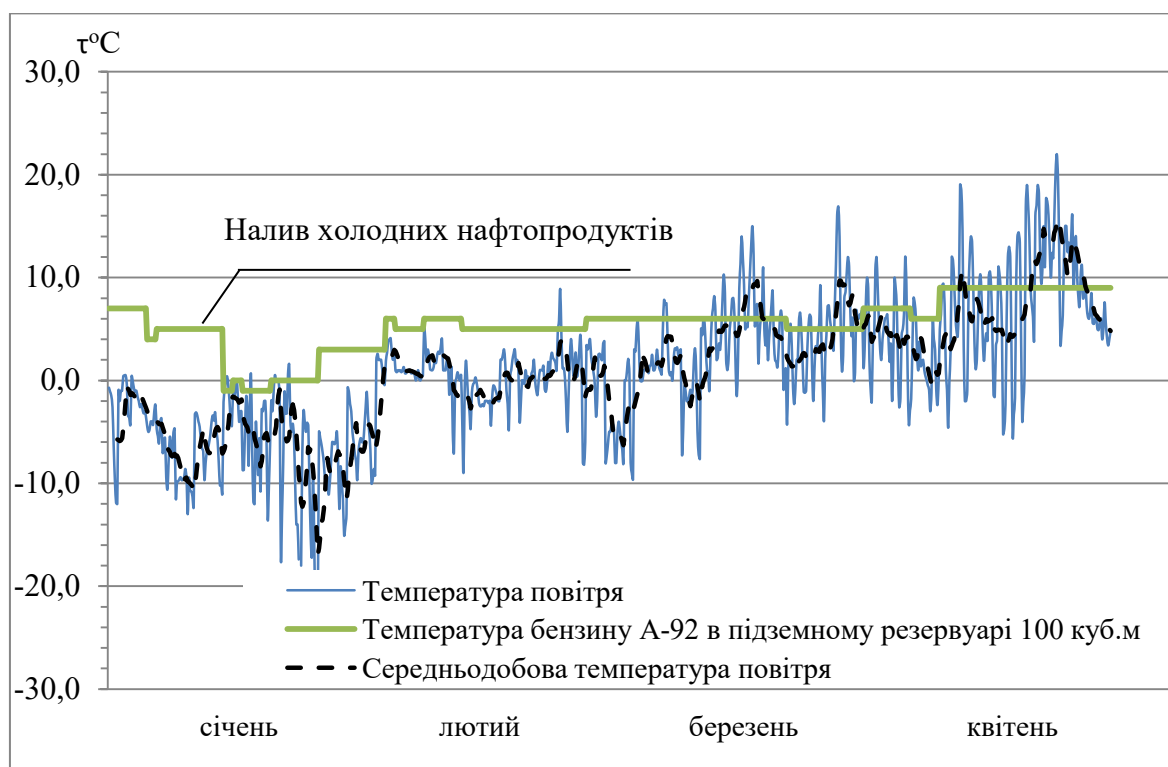


Рис. 3 Графіки зміни температур повітря та бензину протягом січня - квітня 2019 року для підземного горизонтального резервуару

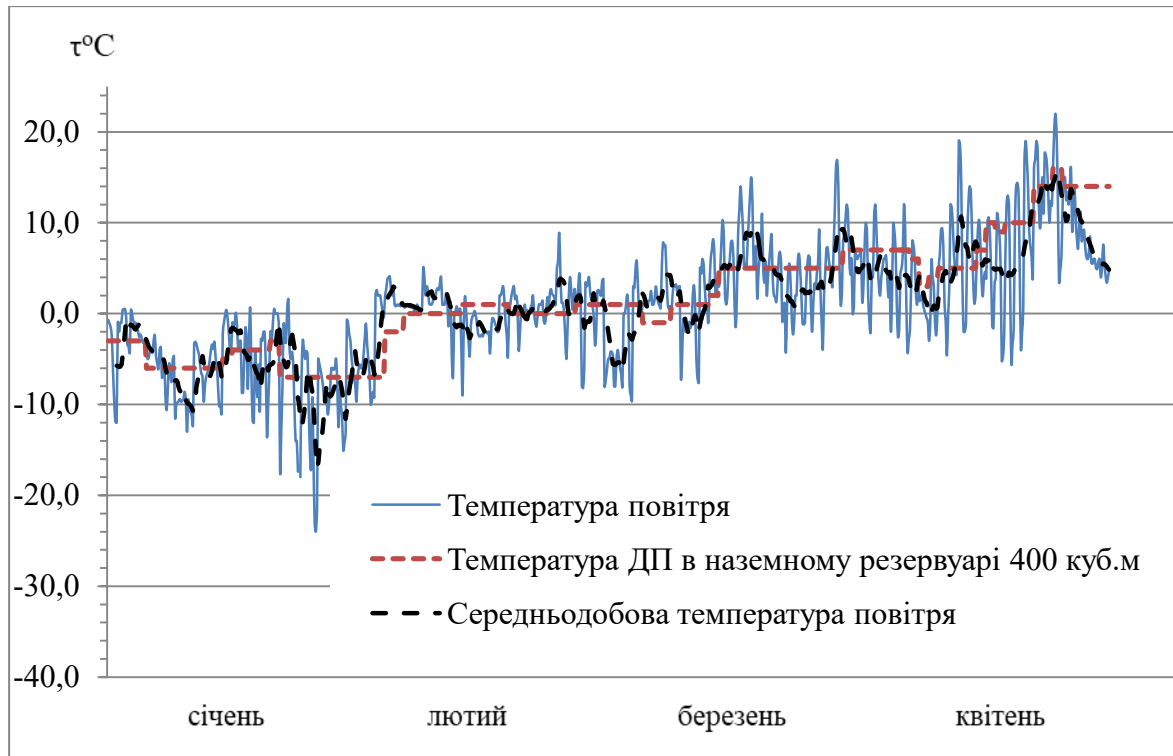


Рис. 4 Графіки зміни температур повітря та дизельного палива протягом січня-квітня 2019 року для наземного вертикального резервуару

Як видно з графіку (рис.3) для підземних резервуарів збільшення температури нафтопродуктів в досліджуваній період не перевищувало 2°C протягом доби, а для наземних резервуарів (рис.4) могло досягати 5°C . Для резервуарів більшого об'єму коливання температур протягом доби будуть меншими від наведених. Зокрема дослідження [5] показали максимальне коливання температури нафти в резервуарі з плаваючою покрівлею об'ємом $100\,000\text{ м}^3$ всього $1,2^{\circ}\text{C}$.

Верхній робочий рівень обираємо з урахуванням максимального розширення нафтопродуктів за добу. Коефіцієнт теплового розширення води нижчий від нафтопродуктів, тому для розрахунку доцільно ввести обмеження, що в резервуарі відсутня підтоварна вода. При нагріванні на певну різницю температур об'єм нафтопродуктів збільшиться на:

$$\Delta V = S_{\text{pez}} \cdot H_{\text{max}} \cdot \beta \cdot \Delta \tau_1, \quad (1)$$

S_{pez} – площа поперечного перерізу вертикального циліндричного резервуару, м^2 ; H_{max} – верхній аварійний

рівень рідини, заповнення до якого призведе до аварійної ситуації;

β – коефіцієнти об'ємного розширення нафтопродукту $10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$; $\Delta \tau_1$ – можливий добовий приріст середньої температури в резервуарі, $^{\circ}\text{C}$.

Значення рівня збільшиться на:

$$\Delta H = \Delta V / S_{\text{pez}} = H \cdot \beta \cdot \Delta \tau_1 \quad (2)$$

Тому критичний рівень $H_{\text{к}}$ варто обрати, як такий, що нижче аварійного рівня з урахуванням можливого теплового розширення нафтопродуктів:

$$H_{\text{к}} = H_{\text{max}} (1 - \beta \cdot \Delta \tau_1) \quad (3)$$

Або:

$$H_{\text{к}} = H_{\text{max}} (1 - \beta \cdot \Delta \tau_2) \quad (4)$$

де $\Delta \tau_2$ – температура можливого нагрівання нафти або нафтопродуктів у резервуарі за максимальний час необхідний для приведення рівня до робочого.

Згідно запропонованої методики розраховано значення величини зниження критичного рівня нафтопродуктів відносно

аварійного для заповнення резервуарів на 85% номінального об'єму з урахуванням

даних таблиці 1. Отримані результати наведено в таблицях 2-4.

Таблиця 2 – Значення зниження критичного рівня нафтопродуктів відносно аварійного для типових вертикальних резервуарів з плаваючою покрівлею

Номінальний об'єм резервуару, м ³	Діаметр резервуару, м	Висота стінки резервуару, м	Розрахунковий приріст рівня бензину у резервуарі, м	Розрахунковий приріст рівня дизельного пального у резервуарі, м
1000	12,3	9	0,044	0,034
2000	15,3	12	0,057	0,044
3000	19	12	0,056	0,043
5000	22,8	12	0,065	0,049
10000	28,5	18	0,083	0,063
20000	40	18	0,084	0,064
40000	56,9	18	0,083	0,064
50000	60,7	18	0,091	0,070
100000	85,3	18	0,092	0,071
150000	102,3	18	0,096	0,074

Таблиця 3 – Значення зниження критичного рівня нафтопродуктів відносно аварійного для типових розмірів вертикальних резервуарів з стаціонарною покрівлею і резервуарів з металевими понтонами

Номінальний об'єм резервуару, м ³	Діаметр резервуару, м	Висота стінки резервуару, м	Розрахунковий приріст рівня бензину у резервуарі, м	Розрахунковий приріст рівня дизельного пального у резервуарі, м
100	4,7	6	0,030	0,023
200	6,6	6	0,031	0,024
300	7,6	7,5	0,035	0,027
400	8,5	7,5	0,037	0,028
700	10,4	9	0,043	0,033
1000	10,4	12	0,062	0,048
2000	15,2	12	0,058	0,045
3000	19	12	0,056	0,043
5000	21	15	0,076	0,058
10000	28,5	18	0,083	0,063
20000	40	18	0,084	0,064
40000	45,6	18	0,129	0,099
50000	60,7	18	0,091	0,070

Таким чином, значення критичного рівня залежатиме від типу резервуару, його габаритних розмірів, виду нафтопродукту. Орієнтовні значення небезпечного приросту

рівня, який може виникнути при нагріванні резервуару на 5⁰С, лежать в межах від 12 мм для дизельного пального до 129 мм для резервуару з бензином.

Таблиця 4 – Значення зниження критичного рівня нафтопродуктів відносно аварійного для типових розмірів вертикальних резервуарів

Номинальний об'єм резервуару, м ³	Діаметр резервуару, м	Висота стінки резервуару, м	Розрахунковий приріст рівня бензину у резервуарі, м	Розрахунковий приріст рівня дизельного пального у резервуарі, м
200	10,4	3	0,016	0,012
400	10,4	4,5	0,024	0,018
700	14,6	4,5	0,024	0,018
1000	14,6	6	0,032	0,024
2000	26,5	4,5	0,024	0,018
3000	26,5	6	0,032	0,024
5000	34,2	6	0,032	0,024

Швидкісний підхід до визначення докритичних параметрів рівня нафти в резервуарі

Швидкість наповнення резервуару обмежується для резервуарів із плаваючою покрівлею та понтонами до 6 м/год і при підході до верхнього робочого рівня за 1-1,5 м зменшується до 3 м/год. Водночас обмежується швидкість руху нафти та нафтопродуктів по трубах до 5 м/с, а для речовин з питомим опором понад 10^9 Ом*м до 1 м/с, при цьому швидкість наповнення резервуарів без понтонів не обмежено.

Верхній робочий рівень визначається з урахуванням можливого переливу через інерційність під час зупинки насосів. Зупинка насосів повинна відбуватися автоматично за рахунок спрацювання сигналізатора верхнього робочого рівня. Оскільки робота системи технологічного контролю може призвести до переливу вище верхнього робочого рівня, то спрацювання системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення по докритичному показнику рівня повинно відбуватися вище верхнього робочого рівня з урахування інерційності роботи насосу:

$$H_{д.к.} = H_{в.р.} + K \cdot (Q_{нас.} \cdot t_{ав.зуп.}) / S_{рез} \quad (5)$$

K – коефіцієнт, що враховує нерівномірність витрати (для насосів 0,3-0,5); $Q_{нас.}$ – витрата насосу; $t_{ав.зуп.}$ – час зупинки насосів (10 с або встановлюється під час експлуатації).

Оскільки швидкість наповнення резервуару під час підходу до верхнього робочого рівня за 1-1,5 м зменшується до 3 м/год, то можливий максимальний приріст рівня рідини складе 3,3 мм.

Значення критичного рівня пропонується визначати з урахуванням теплового розширення нафтопродукту, за рахунок якого можливе досягнення верхнього аварійного рівня.

Обговорення результатів.

Розраховані значення небезпечного приросту рівня, який може виникнути при нагріванні резервуару на 50С (максимальний приріст температури нафтопродукту в резервуарі протягом доби за даними нафтобази м. Черкаси), для різних розмірів резервуарів лежать в межах від 12 мм для дизельного пального та до 129 мм для резервуарів з бензином. При наповненні резервуару для захисту від переливу встановлюють сигналізатор верхнього робочого рівня, який дає керуючий сигнал для зупинки роботи насосів. Водночас зупинка насосів - це інерційний процес. За даними, що наводяться в [6-7] він може тривати до 80 секунд. Середня витрата при цьому складе 40 % від номінальної продуктивності насосу.

Максимальна допустима швидкість наповнення резервуару становить не більше 3 м висоти резервуару за годину, тому при нормальній роботі може бути досягнуто рівень на 3,3 мм вище робочого, перевищення цього рівня свідчатиме про певну аварійну ситуацію, звідси

докритичний рівень має бути вищий від верхнього робочого на цю розраховану за (5) величину. Відповідно до запропонованого підходу докритичний рівень складе 3-7% вільного газового об'єму, а критичний для більшості резервуарів 55-75% вільного газового об'єму резервуару.

Висновок.

Забезпечення безпеки резервуарних парків є складною багатокритеріальною задачею, яка вирішується за рахунок використання різноманітних систем, технічних засобів та організаційних заходів.

В роботі проаналізовано особливості здійснення автоматизованого контролю за рівнем нафти та нафтопродуктів у резервуарах, а також визначено особливості застосування автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій.

Досліджено параметри, які впливають на зміну рівня рідини та розраховано значення небезпечного приросту рівня рідини, який може виникнути при нагріванні резервуару, та залежить від геометричних параметрів резервуару, добового приросту середньої температури в резервуарі, виду нафтопродуктів, що зберігаються. Перевищення цього рівня свідчатиме про аварійну ситуацію. Таким чином, докритичний рівень нафтопродуктів має бути вищий від верхнього робочого на розрахункову величину.

Отримані в статті результати можуть бути використані під час побудови автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій, що підвищить ефективність їх виявлення.

Список літератури

1. Kostenko V. Automatization of individual anti-thermal protection of rescuers in the initial period of fire suppression / V. Kostenko, T. Kostenko, O. Zemlianskiy, A. Maiboroda, S. Kutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 5(10). – P. 4–11.
2. Zhang Y., Zhang M., Qian C. System dynamics analysis for petrochemical enterprise fire safety system //Procedia engineering. – 2018. – Т. 211. – С. 1034-1042.
3. Zemlianskiy O. Forecasting the emergency explosive environment with the use of fuzzy data/ O. Zemlianskiy, I. Maladyka, O. Miroshnik, I. Shkarabura, G. Kaplenko, // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies- 2017-6(4 (90)) – P. 19–27.

4. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення. ДБН В.2.5-76:2014 – К.: Мінрегіон України, 2014. – 38 с – (Національний стандарт України)

5. L. Yang Research on temperature profile in a large scaled floating roof oil tank/ L. Yang, J. Zhao, H. Dong, J. Liu, W. Zhao// Case Studies in Thermal Engineering - 2018 – Vol. 12 – P.805-816

6. Григорський С. Я. Математичне моделювання характеристик нафтових насосів за зміни обертової частоти /С. Я Григорський, М. Д. Сердюк // Міжнародний науковий журнал Інтернаука - 2017 - 1 (1) С.99-104.

7. Сердюк М. Д. Експериментальні дослідження перехідних процесів у магістральних нафтопроводах, спричинених зупинками насосних агрегатів / М. Д. Сердюк, С. Я Григорський // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу - 2013- 2(35) –С. 16- 29.

References

1. Kostenko V., Kostenko T., Zemlianskiy O., Maiboroda A., Kutsenko S. (2017). Automatization of individual anti-thermal protection of rescuers in the initial period of fire suppression. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(10), 4–11.
2. Zhang Y., Zhang M., Qian C. (2018). System dynamics analysis for petrochemical enterprise fire safety system. Procedia engineering, 211, 1034-1042.
3. Zemlianskiy O., Maladyka I., Miroshnik O., Shkarabura I., Kaplenko G. (2017). Forecasting the emergency explosive environment with the use of fuzzy data. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(4 (90)), 19–27.
4. SBK В.2.5-76:2014. Automated systems for early detection of emergencies and public alert [Avtomatyzovani systemy rann'oho vyyavlennya zahrozy vynyknennya nadzvychaynykh sytuatsiy ta opovishchennya naselennya], Kyiv, 2014, 38 p. – (National standard of Ukraine). (in Ukr.)
5. Yang L., Zhao J., Dong H., Liu J., Zhao W. (2018) Research on temperature profile in a large scaled floating roof oil tank. Case Studies in Thermal Engineering, Vol. 12, 805-816.
6. Hryhorsk'yy S. Ya, Seredyuk M. D. (2017) Mathematical modeling of the characteristics of oil pumps with changes in the rotational frequency [Matematychnе modelyuvannya kharakterystyk naftovykh nasosiv za zminy obertovoyi chastoty], International scientific journal Internauka, 1 (1), 99-104. (in Ukr.)
7. Hryhorsk'yy S. Ya, Seredyuk M. D. (2013) Experimental studies of transients in main oil pipelines caused by pumping unit stops [Eksperymental'ni doslidzhennya perekhidnykh protsesiv u mahistral'nykh naftoprovodakh, sprychynenykh zupynkamy nasosnykh ahrehativ]. Scientific Bulletin of the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 2(35), 16-29. (in Ukr.)

Надійшла до редакції 10.10.2019
Рецензент д-р техн. наук О. Мирошник

Землянський Олег Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (вул.Онопрієнка, 8, м. Черкаси, 18034)
e-mail: omzeml@gmail.com

Костенко Тетяна Вікторівна, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (вул.Онопрієнка, 8, м. Черкаси, 18034)
e-mail: tatiana.kostenko@gmail.com

Куценко Станіслав Васильович, кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (вул.Онопрієнка, 8, м. Черкаси, 18034)
e-mail: kutsenkos@ukr.net

Костирка Олеся Вікторівна, кандидат технічних наук, викладач кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (вул.Онопрієнка, 8, м. Черкаси, 18034)
e-mail: olesiakostyrka@ukr.net

Кутцелап Анастасія Василівна, курсант, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України (вул.Онопрієнка, 8, м. Черкаси, 18034)
e-mail: kutselap.nastia@gmail.com

RATIONALE APPROACH FOR DETERMINING THE CRITICAL SIGNIFICANCE OF THE LIQUID IN OIL AND OIL PRODUCTS TANKS ON THE BASIS OF TECHNOLOGICAL PROCESS FEATURES

The purpose of the work is to increase the efficiency of emergency detection by developing scientifically sound approaches to the determination of subcritical and critical values of the level of liquid in the reservoirs of oil and oil products by automated systems.

Research methods. The study used theoretical and empirical scientific methods. The analysis of the literature sources concerning the peculiarities of the change of the liquid levels in the tanks and the peculiarities of the functioning of the control systems. Climate monitoring and reservoir fluid monitoring results were used to determine changes in fluid levels. On the basis of the analysis, the formalization of the change in the fluid level was formalized.

Results. The features of the automated control of the level of oil and oil products in the reservoirs are analyzed. The features of the application of automated systems for early detection of emergencies and alerting the population to control the level in tanks are determined. The parameters that influence the change in the fluid level are investigated. The calculated values for the dangerous increase in the level of liquid that can occur when the tank is heated to 5 °C for different tank sizes range from 12 mm for diesel and up to 129 mm for gasoline tanks. The maximum permissible filling rate of the tank is no more than 3 m height of the tank per hour, so during normal operation a level of 3.3 mm above the working level can be reached, exceeding this level will indicate a certain emergency situation, hence the critical level should be above the upper working level. this calculated value.

Scientific novelty. Dependencies are obtained to determine the value of the critical fluid level in the oil and oil reservoirs.

Practical value. The results obtained can be used to build automated systems for early detection of emergencies and alert the population so that their triggers do not duplicate the operation of existing emergency systems.

Keywords: reservoirs of petroleum products, oil level, thermal expansion

Zemlianskiy Oleh, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Docent of the Department of automatic safety systems and electrical installations, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine (8 Onopriienko St, 18034, Cherkasy)
e-mail: omzeml@gmail.com

Kostenko Tetiana, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of construction objects safety and labor protection, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine (8 Onopriienko St, 18034, Cherkasy)
e-mail: tatiana.kostenko@gmail.com

Kutsenko Stanislav, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of automatic safety systems and electrical installations, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine (8 Onopriienko St, 18034, Cherkasy)
e-mail: kutsenkos@ukr.net

Kostyrka Olesia, Candidate of Technical Sciences, Lecturer of the Department of automatic safety systems and electrical installations, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine (8 Onopriienko St, 18034, Cherkasy)
e-mail: olesiakostyrka@ukr.net

Kutselap Anastasiya, Cadet, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine (8 Onopriienko St, 18034, Cherkasy)
e-mail: kutselap.nastia@gmail.com

ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДОКРИТИЧЕСКОГО И КРИТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЙ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРАХ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Цель работы заключается в повышении эффективности выявления чрезвычайных ситуаций путем разработки научно обоснованных подходов к определению докритических и критических значений уровня жидкости в резервуарах нефти и нефтепродуктов соответствующими автоматизированными системами.

Методы исследований. В исследовании использованы теоретические и эмпирические научные методы. Проведен анализ литературных источников по особенностям изменения уровней жидкости в резервуарах и особенностей функционирования систем контроля. Для установления изменения уровней жидкости использованы результаты наблюдения за изменением климатических условий и уровнями жидкости в резервуарах. На основе проведенного анализа выполнено формализацию изменения уровня жидкости.

Результаты. Проанализированы особенности осуществления автоматизированного контроля за уровнем нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Определены особенности применения автоматизированных систем раннего выявления чрезвычайных ситуаций и оповещения населения по контролю уровня в резервуарах. Исследованы параметры, которые влияют на изменение уровня жидкости. Рассчитанные значения опасного прироста уровня жидкости, который может возникнуть при нагревании резервуара на 5°C , для разных размеров резервуаров лежат в пределах от 12 мм для дизельного топлива и до 129 мм для резервуаров с бензином. Максимальная допустимая скорость наполнения резервуара составляет не более 3 м высоты резервуара в час, поэтому при нормальной работе может быть достигнут уровень на 3,3 мм выше рабочего, превышение этого уровня будет свидетельствовать об определенной аварийной ситуации, отсюда докритический уровень должен быть выше верхнего рабочего на эту рассчитанную величину.

Научная новизна. Получены зависимости, позволяющие определять значение критического уровня жидкости в резервуарах нефти и нефтепродуктов.

Практическое значение. Полученные результаты могут быть использованы для построения автоматизированных систем раннего выявления чрезвычайных ситуаций и оповещения населения таким образом, чтобы их срабатывания не дублировали работу существующих противоаварийных систем.

Ключевые слова: резервуары нефтепродуктов, уровень нефти, тепловое расширение

Землянский Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматических систем безопасности и электроустановок, Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской защиты Украины (ул.Оноприенко, 8, г. Черкассы, 18034)
e-mail: omzem1@gmail.com

Костенко Татьяна Викторовна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры безопасности объектов строительства и охраны труда, Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской защиты Украины (ул.Оноприенко, 8, г. Черкассы, 18034)
e-mail: tatiana.kostenko@gmail.com

Куценко Станислав Васильевич, кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры автоматических систем безопасности и электроустановок, Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской защиты Украины (ул.Оноприенко, 8, г. Черкассы, 18034)
e-mail: kutsenkos@ukr.net

Костырка Олеся Викторовна, кандидат технических наук, преподаватель кафедры автоматических систем безопасности и электроустановок, Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской защиты Украины (ул.Оноприенко, 8, г. Черкассы, 18034)
e-mail: olesiakostyrka@ukr.net

Куцелап Анастасия Васильевна, курсант, Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской защиты Украины (ул.Оноприенко, 8, г. Черкассы, 18034)
e-mail: kutselap.nastia@gmail.com