



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*Всеукраїнської науково-практичної
конференції з міжнародною участю*

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Львів – 2022

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Мирослав КОВАЛЬ** – ректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор педагогічних наук, професор
- Заступники голови:** **Андрій КУЗИК** – завідувач кафедри екологічної безпеки, доктор сільськогосподарських наук, професор
Андрій ЛІН – начальник навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД, к.т.н., доцент
- Члени оргкомітету:** **Ігор БРЕГІН** – начальник управління запобігання надзвичайним ситуаціям ГУ ДСНС України у Львівській області;
Петро ГАЦУК – д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації транспортних засобів та пожежно-рятувальної техніки ЛДУ БЖД;
Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО, к.т.н., начальник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУ БЖД;
Андрій КАЛИНОВСЬКИЙ – к.т.н., доцент, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки НУЦЗ України;
Василь КОВАЛИШИН – д.т.н., професор, завідувач кафедри ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій ЛДУ БЖД;
Андрій КУШНІР – к.т.н., доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Василь ЛУЦЬ – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУ БЖД;
Ігор МАЛАДИКА – к.т.н., доцент, начальник факультету оперативнорятувальних сил Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;
Борис МИХАЛЧКО – д.х.н., професор, завідувач кафедри фізики та хімії горіння ЛДУ БЖД;
Олег НАЗАРОВЕЦЬ – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри аналітично-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Олег ПАЗЕН – к.т.н., начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Іван ПАСНАК – к.т.н., доцент, заступник начальника навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД з навчально-наукової роботи;
Андрій САМЛЮ – к.ю.н., доцент, т.в.о. начальника кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУ БЖД;
Тарас ШНАЛЬ – д.т.н., доцент, професор кафедри будівельних конструкцій та мостів НУ «Львівська політехніка»

УДК 539.3

**ОЦІНКА МІЦНОСТІ ВУЗЛА СПРЯЖЕННЯ СТАЛЕВОГО
ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕЗЕРВУАРА****Дзюба Л.Ф.**, доктор технічних наук, доцент,**Чмир О.Ю.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент,**Шаповал Д.П.**, курсант**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

На території України створено потужну техносферу, навантаження якої на довкілля в 4–5 разів перевищує аналогічні показники у розвинутих країнах світу [1]. У структурі техносфери велика роль належить потенційно небезпечним підприємствам. Найбільш екологічно небезпечними джерелами техногенного навантаження на довкілля є резервуари для зберігання нафтопродуктів як об'єкти неконтрольованих викидів парогазоповітряних сумішей та проливів нафтопродуктів із подальшим виникненням пожеж і вибухів [2, 3]. Щорічно Україна споживає понад 20 млн. тонн нафти, що передбачає експлуатацію досить великого резервуарного парку. Дослідження та аналіз джерел екологічного впливу під час експлуатації резервуарів засвідчують, що вертикальні сталеві резервуари, призначені для зберігання нафтопродуктів, навіть за штатної експлуатації належать до екологічно небезпечних об'єктів [2].

Вертикально розміщені сталеві циліндричні резервуари є зварними тонкостінними конструкціями з плоским круглим дном [4]. Стінки та дно заповнених рідиною резервуарів перебувають під дією гідростатичного тиску. У разі недосконалої клапанних пристроїв або їх відмови у резервуарах виникає додатковий газовий тиск. Наявність мікротріщин та інших дефектів матеріалу на внутрішніх поверхнях резервуарів сприяє виникненню концентрації напружень та знижує міцність конструкції. Отже, дія різних чинників може призвести до пошкодження заповнених рідиною резервуарів та виникнення небезпечних ситуацій для людини та довкілля.

Міцність резервуарів циліндричної, конічної та сферичної форм та вплив різних чинників на їхню міцність розглянуто в багатьох роботах, оскільки на сьогодні проблеми міцності залишаються і надалі актуальними. Багато авторів вважають, що найчастіше причиною аварій резервуарів є крихке руйнування матеріалу. У роботі [5] вказано на зародження тріщини біля місця стику стінки резервуара з дном, виготовлених з низьколегової сталі марки 09Г2С-15. Тому дослідження зміни напружень в стінці циліндричного тонкостінного сталевого циліндричного резервуара великої ємності з урахуванням сумісної деформації стінки з дном є актуальним завданням.

Методика дослідження та оцінка міцності вузла спряження стінки вертикального циліндричного резервуара з дном [6, 7] ґрунтується на теорії міцності оболонок з урахуванням крайових сил в стінці циліндричного резервуара та круглому дні (рис. 1). Для визначення крайової сили P_0 та крайового моменту M_0 використано рівняння сумісності деформацій стінки завтовшки δ_1 та дна циліндричного резервуара з товщиною δ_2 та радіусом R . Вертикальну стінку циліндричного резервуара вважали навантаженою тиском рідини, яка заповнює до певної висоти резервуар, та тиском газу, що у разі несправності або недосконалісті клапанних пристроїв може створювати додаткове навантаження на стінку. Для уникнення цього додаткового навантаження газовим тиском конструкції вертикальних сталевих резервуарів передбачають послаблений зварний шов для з'єднання стаціонарної покрівлі зі стінками резервуару. Такий шов має забезпечувати резервуар від руйнування у разі підвищення внутрішнього тиску за рахунок руйнування покрівлі. Однак, як наголошено в [8], світова практика показує невисоку ефективність такого захисту від руйнувань резервуарів. Часто траплялися випадки, коли покрівля резервуару не відривалася, а відривалося дно резервуару та вся циліндрична конструкція піднімалася в повітря [3]. Методику розрахунку напружень у вузлі спряження стінки сталевих вертикального циліндричного резервуара з круглим дном реалізовано в математичному середовищі Maple. Графік змін меридіанних напружень у цьому вузлі показано на рис. 2.

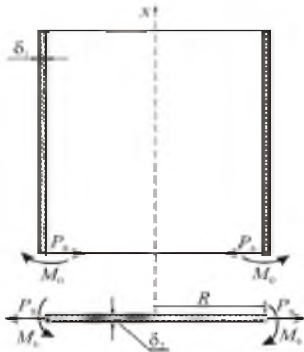


Рисунок 1 – Крайові сили в стінці циліндричного резервуара та на круглому дні

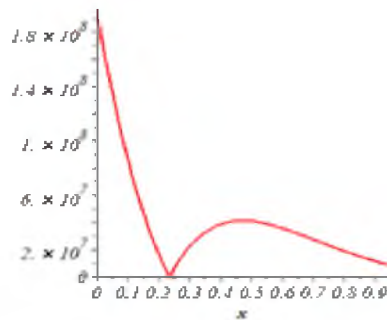


Рисунок 2 – Залежність меридіанних напружень у стінці вертикального циліндричного сталевих резервуара від відстані до дна

Література

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 р. Київ, 2015. 365 с.

2. Гарбуз С. В. Підвищення екологічної безпеки процесу вентиляції резервуарів з нафтопродуктами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Національний університет цивільного захисту України, Харків, 2018.

3. Чернецький В. В. Вплив теплових факторів пожежі на цілісність вертикальних сталевих резервуарів з нафтопродуктами. дис. канд. тех. наук 21.06.02 / Чернецький Володимир Володимирович. Львів, 2015. 121 с.

4. Відомчі будівельні норми України. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа ВБН В.2.2-58.2-94. Державний Комітет України по нафті і газу, Київ, 1994.

5. Кондрашова О.Г. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров [Електронний ресурс] / О.Г.Кондрашова, М.Н. Назарова // Нефтегазовое дело. – 2004, №2. Режим доступу до журн.:

http://www.oqbus.ru/authors/Kondrashova/Kondrashova_1.pdf.

6. Dziuba L., Chmyr O., Lishchynska K., Tomenko V. Influence of boundary forces on the strength of a thin-walled cylindrical tank IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 1164(2021) 012045. doi:10.1088/1757-899X/1164/1/012045

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1164/1/012045/pdf>

7. Ольховий І.М., Ліщинська Х.І. Про вплив краєвих сил і додаткового газового тиску на міцність тонкостінних циліндричних резервуарів великої ємності // Пожежна безпека: збірник наукових праць. ЛДУБЖД, Львів, 2005, №7. С.28 - 31.

<i>Закора О.В., Фещенко А.Б.</i> , МОДЕЛІ НАПІВПРОЗОРИХ ПЕРЕПОН ЛОКАЛЬНОЇ RTLS-СИСТЕМИ РАЙОНУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ.....	431
<i>Дзюба Л.Ф., Чмир О.Ю., Шаповал Д.П.</i> , ОЦІНКА МІЦНОСТІ ВУЗЛА СПРЯЖЕННЯ СТАЛЕВОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕЗЕРВУАРА.....	436
<i>Коваленко Р.І.</i> , ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ ТАНКІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ЗАВДАНЬ В НЕБЕЗПЕЧНИХ РАЙОНАХ.....	439
<i>Луцяновець І.М., Лиса Н.К.</i> , РИЗИКИ ТА БЕЗПЕКА РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	442
<i>Оксентюк В.М., Голота Н.Л.</i> , СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ ЛЮЛЬКИ ПОЖЕЖНОГО АВТОПІДЙМАЧА.....	446
<i>Товарянський В.І.</i> , СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ПРОТИПОЖЕЖНИХ АЕРОДРОМНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	449
<i>Маладика І.Г., Биченко А.О., Пустовіт М.О.</i> , ФОРМУВАННЯ ПІДХОДУ ДО УТВОРЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ З ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ДСНС УКРАЇНИ.....	452

Секція 6 / Section 6

МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗПЕКИ

<i>Balitskii A.I., Ivaskevich L.M., Balitska V.O., Pudlo T.</i> , HYDROGEN INFRASTRUCTURE FIRE AND EXPLOSION SAFETY MANAGEMENT DUE TO CURRENT EUROPEAN UNION DIRECTIVES.....	455
<i>Oksana Telak</i> , ПОМОЦЬ HUMANITARNA W WARUNKACH WOJNY, WYBRANE ASPEKTY.....	460