Відгук
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Оразбаєва Алішера Рахімжановича
на тему «Зниження пожежовибухонебезпеки процесу завантаження в резервуари горючих та легкозаймистих речовин», подану на здобуття ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Актуальність

Накопичення електростатичного заряду при завантаженні в резервуарі діелектричних вуглеводневих рідин є серйозною проблемою для забезпечення безпечної роботи об'єктів для зберігання нафти та нафтопродуктів.

Безпосередньо від розрядів СЕ на об'єктах нафтогазової галузі в Казахстані виникло 3 пожежі з 87, які мали місце за період з 2005 року. Постійно фіксується безліч випадків займання вуглеводневих діелектричних рідин у технологічному обладнанні та автомобілях саме під час виконання технологічних операцій зливання-наливання.

Дослідження процесів, що протікають при проведенні операцій із наповнення резервуарів, є важливим напрямком забезпечення пожежної безпеки. Застосовувані до теперішнього часу заходи щодо попередження накопичення заряду СЕ не забезпечують повного захисту від виникнення електростатичних іскор з потужністю, достатньої для займання пароповітряного середовища.

У зв'язку з цим робота, яка присвячена вивченню процесів, що викликають утворення додаткового ЕЗ у резервуарах при завантаженні ВВДР, і розробці заходів щодо його зменшення, є актуальною.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується і тим, що робота виконувалася на кафедрі пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій Національного університету цивільного захисту України (НУЦЗ України) у рамках Концепції Державної цільової програми забезпечення пожежної безпеки на 2011–2015 роки, науково-дослідної роботи "Дослідження способів зниження пожежної небезпеки процесів зберігання легкозаймистих та горючих рідин" (держ. реєстраційний номер – 0116U002007), в якій автор брав участь у якості виконавця та НДР «Проведення досліджень з оцінки та управління ризиками пожежонебезпечних технологічних процесів у нафтогазовій галузі Республіки Казахстан» (№ держ. реєстрації 0111РК00085 від 14.01.14), що проводиться в рамках Республіканської бюджетної програми «Прикладні наукові дослідження в області надзвичайних ситуацій» (Казахстан).

Наукова новизна отриманих результатів полягає в зниженні пожежовибухонебезпеки процесу завантаження в резервуари горючих та легкозаймистих речовин, а саме:

1. Вперше запропоновано аналітичну модель для розрахунку часу

Вх.№ 2461
09.12 2019 р.
Кількість аркушів:

релаксації, внесеного з потоком ВВДР ЕЗ, із урахуванням змінної площі контакту ВВДР із поверхнею резервуара, а також швидкості релаксації носіїв ЕЗ (іонна та катафорична провідність);

2. Вперше отримані експериментальні дані про величину ЕЗ, що утворюється в резервуарі при надходженні до нього ВВДР;

3. Подальшого розвитку набуло використання приймально-роздавальних пристроїв, що забезпечують перебування струменя, який надходить у резервуар ВВДР у затопленому стані, протягом часу, який є достатнім для релаксації ЕЗ, внесеного в резервуар з потоком рідини;

4. Подальшого розвитку набуло забезпечення пожежовибухонебезпеки резервуарів, яке полягає в запобіганні виносу на поверхню рідини електростатичного заряду, що утворюється при поділі подвійного електричного шару ВВДР, який знаходиться на поверхні стінок резервуара, і розділяється, піднімаючись по стінках потоком ВВДР, що завантажується.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки й рекомендації, що містяться у роботі, є достатньо аргументованими. Обґрунтованість і достовірність виконаного дослідження визначається тим, що використані теоретичні та експериментальні методи досліджень: експериментальні натурні та лабораторні дослідження; теоретичні дослідження руху рідини в резервуарі проводилися за допомогою розв'язання системи диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса методом кінцевих елементів; методи математичної статистики.

Достовірність результатів підтверджена під час проведення експериментальних досліджень.

Практичне значення отриманих результатів

Отримані в роботі результати теоретичних та експериментальних досліджень щодо зниження пожежовибухонебезпеки процесу завантаження в резервуари горючих і легкозаймистих речовин дозволяють зменшити до безпечних величин електричний заряд на поверхні ВВДР, що завантажується.

Результати роботи, а саме: експериментальні дослідження з накопичення додаткового ЕЗ на резервуарному обладнанні – використані Науково-дослідним інститутом пожежної безпеки об'єктів нафтогазового сектора Республіки Казахстан при розробці рекомендацій щодо підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів нафтогазового сектора Республіки Казахстан (акт від 28.03.2019 р.).

Матеріали дисертації впроваджені в освітній процес Кокшетауського технічного інституту Комітету з надзвичайних ситуацій Міністерства внутрішніх справ Республіки Казахстан (акт від 15.03.2019 р.) та Національного університету цивільного захисту України (акт від 12.03.2019 р.).

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Наукові результати дисертаційної роботи опубліковані в семи статтях у іноземних виданнях, 2 статтях у спеціалізованих наукових виданнях України, 7 доповідях на міжнародних і національних наукових конференціях та двох патентах. Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам діючого законодавства щодо публікацій основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук. Основний зміст дисертації повно відображений в авторефераті.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається з анотації, вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 159 сторінок та список використаних джерел із 176 найменувань. Дисертаційна робота включає 1 додаток, розміщений на 6 сторінках.

У вступі наведена актуальність теми дисертації, сформульовано мету дисертаційної роботи, визначено предмет об'єкт та методи дослідження, наведено наукову новизну та розкрито практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі проведено аналіз даних про пожежі, що виникають при заповненні резервуарів горючими рідинами від розрядів статичної електрики, які мали місце в різних країнах. Наведено класифікацію причин та способів попередження пожеж та вибухів.

Проаналізовано відомості в механізмах утворення ЕЗ при русі ВВДР та відзначено, що основним серед них є взаємодія позитивно і негативно заряджених іонів рідини зі стінками. При аналізі показників електризації вуглеводневих рідин відзначено, що при розрахунку цих величин використовується час релаксації ЕЗ, визначення якого проводиться згідно з виразами, що включають поняття діелектричної проникності середовища, укладеної між подвійним електричним шаром, сформованим на кордоні розділу фаз.

Встановлено, що наявність багатьох поверхонь розділу фаз у самій ємності може обумовлювати подальше утворення ЕЗ і сприяти виникненню іскрового розряду достатньої потужності в парогазовому середовищі з подальшими важкими аваріями.

Сформульовано задачі дослідження.

У другому розділі проведено моделювання потоків руху горючої рідини при потраплянні до резервуару виконували з використанням програмного комплексу гідродинамічних розрахунків FlowVision.

Дані розрахунки включали наступні кроки:

- створення розрахункової області (геометричної моделі);
- створення кінцево-елементної моделі;
- завдання фізико-механічних параметрів потоку (в'язкість рідини, її щільності тощо);

- вибір моделі розрахунку (нестислива ньютонівська рідина з поверхнею розділу з газом);
- вибір методу рішення і розрахункових параметрів (кількість ітерацій, умови збіжності);
- рішення та дослідження результатів за допомогою постпроцесора.

Отримані за допомогою програмного комплексу FlowVision результати (візуалізовані процеси надходження ВВДР у резервуари різного діаметру) дозволили зробити висновок про те, що при завантаженні рідини вона починає не послідовно знизу догори заповнювати резервуар, а підніматися по стінках за рахунок поверхневого натягу і динамічного напору. Залежно від швидкості надходження рідини в резервуар струмінь або починає розпорошуватися при ударі об газове середовище резервуара, а також через різні вихороподібні процеси, що призводять до захоплення газової фази об'ємом рідини. При цьому відбувається додаткове утворення ЕЗ і його перерозподіл.

Здобувачем показано, що при завантаженні діелектричних рідин у резервуар відбувається не послідовне, ламінарне заповнення рідиною шар за шаром, а йде хвилеподібний, з різними швидкостями рух окремих елементарних потоків рідини одна відносно одної. При цьому швидкості можуть відрізнятися більше ніж на 200%.

У **третьому розділі** представлені результати теоретичного розрахунку величини ЕЗ, який може утворитися в ВВДР, запропоновано та розроблено приймально-роздавальний пристрій та проведено порівняння величини напруженості з його використанням та без нього.

Дисертантом визначено величини діаметра і заряду окремих крапель вуглеводневої рідини, при перевищенні яких можливе виникнення іскрового розряду між окремими зарядженими краплями або краплею і стінкою резервуара, який призведе до займання парів вуглеводневої рідини при проведенні завантажувальних операцій. Величина заряду для отримання розряду потужності - не менше 0,28 мДж, для крапель різного розміру становить від $2{,}49 \cdot 10^{-11}$ Кл (для краплі радіусом 0,01 мкм) до $2{,}49 \cdot 10^{-8}$ Кл (для краплі з радіусом 10 мм).

Для попередження утворення додаткового ЕЗ, що формується при завантаженні ВВДР у резервуар, автором було розроблено приймально-роздавальний пристрій (ПРП) – заспокоювач, мета якого – забезпечити перебування потоку рідини в об'ємі рідини заданий час до виходу на поверхню і запобігти поділу подвійного електричного шару на поверхні стінок резервуара.

Експериментальні дослідження завантажувального пристрою проводилися з об’ємами рідин, які дорівнюють 2000 і 2500 $см^3$, впускна труба сталева. В результаті було встановлено, що зміна напруження склала від 58% до 97%. Це в свою чергу показує ефективність розробленого заходу.

У четвертому розділі наведені результати теоретичних розрахунків та експериментального дослідження процесу електризації ВВДР при наповненні резервуарів.

Предметом дослідження були процеси додаткової електризації нафти і нафтопродуктів при заповненні резервуарів і процеси релаксації об'ємного ЕЗ діелектричних рідин у резервуарах. При визначенні значень параметрів вимірюваних величин застосовувалися технічні засоби з нормованими метрологічними властивостями.

При цьому вимірювалася величина поверхневого заряду і напруженість електростатичного поля на металевому диску. Вся установка для виключення впливу зовнішніх полів і випадкових ЕЗ поміщувалася в полімерний корпус, виконаний з оргскла і покритий металевою заземленою сіткою.

Встановлено, що вплив товщини провідника досить не суттєвий, у той час, як наявність заземлення призводить до зменшення часу релаксації в кілька разів та величини максимального заряду більш ніж в 10 разів.

Результати експериментальних досліджень приймально-роздавального пристрою показали, що напруженість електростатичного поля зменшується в 20 разів.

Зауваження. При розгляді дисертаційної роботи виявлені такі недоліки:

- в дисертації не наведені результати моделювання завантаження рідини в резервуар при наявності приймально-роздавального пристрою;
- в третьому розділі в виразі (3.1) автор використовує експоненціальний закон, не пояснюючи наскільки точно він описує процеси та чи можна використовувати інші закони;
- автором не проведено економічне обґрунтування доцільності використання розробленого приймально-роздавального пристрою;
- автору бажано було б розробити рекомендації щодо геометричних розмірів пристрою в залежності від розміру резервуару;
- на рис. 4.11 наведені експериментальні залежності величини напруженості над поверхнею рідини, однак автор не пояснює чому різниця в деяких результатах складає 50%.

Оцінка дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Оразбаєва А.Р. є завершеною науковою роботою, виконаною на актуальну тему і спрямована на вирішення наукової задачі – зниження пожежовибухонебезпеки процесу завантаження в резервуари горючих і легкозаймистих речовин за рахунок застосування приймально-роздавального пристрою, що дозволяє зменшити до безпечних величин заряд на поверхні речовини.

Наведені недоліки не знижують наукове значення роботи.

За фаховим спрямуванням, теоретичною та практичною значимістю, елементами наукової новизни, а також за змістом та оформленням дисертаційна робота Оразбаєва Алішера Рахімжановича на тему «Зниження пожежовибухонебезпеки процесу завантаження в резервуари горючих та

легкозаймистих речовин» відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а здобувач Оразбаєв Алішер Рахімжанович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Офіційний опонент
головний науковий співробітник
наукового відділу з проблем
цивільного захисту та
техногенно-екологічної безпеки
науково-дослідного центру
доктор технічних наук, професор Басманов О.Є.

Особистий підпис засвідчую:
інспектор
09.12.2019 р.