

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Засоби транспортування, зберігання та застосування
пально-мастильних матеріалів»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

за темою № 10 – Протипожежне та інженерне обладнання резервуарного
парку

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник:

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач - методист Давітая О. В.

Рецензенти:

- 1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Павленко О. В.;*
- 2. Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, к.х.н., доцент Козловська Т. Ф.*

План лекції

1. Захист від блискавок та статичної електрики
2. Класифікація та принцип роботи систем пожежогасіння в резервуарному парку
3. Устаткування систем пожежної безпеки та пожежогасіння. Піноутворювачі, вогневі запобіжники
4. Статистика пожеж в резервуарних парках
5. Локалізація пожежі в резервуарних парках

Рекомендована література:

Основна

1. Григоров А. Б. Зберігання нафти та нафтопродуктів в умовах нафтобаз : Харків-Тернопіль : НТУ ХПІ : Крок, 2022. 184 с.
URL : <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/00644d5b-4e34-4e74-8f23-f66382bf4809/content> (дата звернення: 19.07.2023).
2. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 203с.
URL : <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/154565/CD1142.pdf> (дата звернення: 10.07.2023).
3. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 306 с. URL : https://tst.nmu.org.ua/ua/185/%D0%90%D0%93%D0%9D%D0%9A%D0%A1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20_12.12.2019_.pdf (дата звернення: 19.06.2023).

Додаткова

4. Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа : затв. наказом Держнафтогазпрому України від 24 груд.1999 р. №136а ВБН В.2.2-58.1-94. 2000. 151 с.
URL : https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=4920 (дата звернення: 09.07.2023).

Текст лекції

1. Захист від блискавок та статичної електрики

При експлуатації резервуарів та їх парків на складах нафти і нафтопродуктів центральним завданням є забезпечення їх надійності і безпеки. Вона виконується проведенням цілого комплексу заходів з технічного обслуговування, діагностування, обслуговування кожного резервуара, а так само в загальному резервуарного парку системами захисту і забезпечення їх працездатності.

Конкретний перелік систем захисту і забезпечення працездатності (надійності) резервуарів встановлюється за вимогами нормативно - технічних документів з урахуванням призначення, розташування, об'єму окремого резервуару і в цілому резервуарного парку. Але в будь-якому випадку резервуари повинні комплектуватися наступними системами:

- герметизації газового простору резервуарів, їх групи;
- блискавкозахисту і захисту від статичної електрики;
- пожежогашіння в резервуарному парку;
- попередження аварій, аварійних витоків і пошкоджень;
- захисту резервуарів від корозії;
- компенсації навантажень;
- автоматичною системою управління резервуарним парком;
- контролю і розмиву донних відкладень.

Крім цих систем, в резервуарах для високов'язких нафт і нафтопродуктів, встановлюється комплект обладнання по контролю температури та підігріву продукту.

Захист резервуарів від блискавки

Резервуарні парки або окремо розташовані резервуари для товарної нафти і нафтопродуктів (далі резервуари) повинні бути захищені від прямих ударів блискавки, електростатичної та електромагнітної індукції пристроями захисту від блискавки, виконаними відповідно до вимог діючої НТД.

Пристрої захисту повинні бути прийняті і введені в експлуатацію до початку заповнення резервуара нафтою. Для резервуарних парків при загальній місткості групи резервуарів понад 100 тис. м³ захист від прямих ударів блискавки слід, як правило, виконувати окремо розташованими громовідводами.

В якості заземлювачів захисту резервуарів від прямих ударів блискавки необхідно застосовувати штучні заземлювачі, прокладені в землі і розташовані не рідше ніж через 50 м по периметру основи резервуара, до яких повинен бути приєднаний корпус резервуара (число приєднань - не менше двох в діаметрально протилежних точках).

На резервуарах РВСП і РВСПК для захисту від електростатичної індукції необхідно встановлювати не менше двох гнучких сталевих перемичок між плаваючим дахом або понтоном і корпусом резервуара.

Захист від заносу високого потенціалу по підземних і наземних металевих комунікаціях здійснюється приєднанням них на вводі в резервуар до заземлення.

Введення ліній електропередачі, мереж сигналізації повинен здійснюватися тільки кабелями довжиною не менше 50 м з металевією бронею або оболонкою або кабелями, прокладеними в металевих трубах і коробах.

Стрижневі блискавкоприймачі повинні бути виготовлені із сталі будь-якої марки перерізом не менше 100 мм² і довжиною не менше 200 мм і захищені від корозії оцинкуванням, лудінням або забарвленням. Тросові блискавкоприймачі

повинні бути виконані зі сталевих багатодротяних канатів перерізом не менше 35 мм².

З'єднання блискавкоприймачів з струмовідводами і струмовідводів з заземленням повинні виконуватися зварюванням або болтовими з'єднаннями з перехідним опірором не більше 0,05 Ом.

При наявності стрижневих і тросових блискавковідводів кожен струмовідвід приєднується до штучного заземлювача, що складається з 3-х і більше вертикальних електродів довжиною не менше 3 м, об'єднаних горизонтальним електродом, при відстані між вертикальними електродами не менше 5 м. Струмовідводи і заземлювачі вибираються відповідно до вимог чинної нормативної документації.

Перевірка стану пристроїв блискавкозахисту повинна проводитися 1 раз на рік перед початком грозового сезону. Перевірці підлягають цілісність і захищеність від корозії доступних частин блискавкоприймачів і струмовідводів і контактів між ними.

Захист резервуарів від статичної електрики

Для забезпечення електростатичної іскробезпеки резервуарів необхідно:

- заземлити всі електропровідні вузли та деталі резервуарів;
- виключити процеси розбризкування і розпилення нафти;
- обмежити швидкості витікання нафти при заповненні резервуарів і розмиві донних відкладень допустимими значеннями.

Заземлювальні пристрої для захисту від статичної електрики слід, як правило, об'єднувати з заземлюючими пристроями для електрообладнання або блискавкозахисту.

Величина опору заземлювального пристрою, призначеного виключно для захисту від статичної електрики, допускається до 100 Ом.

Залізобетонний резервуар вважається електростатично заземленим, якщо опір в будь-якій точці його внутрішньої і зовнішньої поверхонь відносно контуру заземлення не перевищує 10⁷ Ом. Вимірювання цього опору повинні проводити при відносній вологості навколишнього повітря не вище 60%, причому площа стикання вимірювального електрода з заземленою поверхнею не повинна перевищувати 20 см²; при вимірах електрод повинен розташовуватися в точках поверхні резервуара, найбільш віддалених від точок контакту цієї поверхні з заземленими металевими елементами.

Заземлення заглибленого залізобетонного резервуару має бути виконано шляхом заземлення його арматури.

Технологічні трубопроводи і обладнання, розташовані в резервуарному парку і на резервуарах, повинні представляти собою на всьому протязі неперервний електричний ланцюг, який повинен бути приєднаний до контуру заземлення не менше ніж у двох місцях.

Плаваючий дах або понтон резервуара повинні бути з'єднані з корпусом резервуара гнучкими металевими перемичками. При цьому число перемичок має бути не менше двох. Якщо понтон виготовлений з діелектрика, захист повинні здійснюватися за спеціальним проектом.

Щоб уникнути небезпеки іскрових розрядів наявність на поверхні нафти або нафтопродукту незаземлених електропровідних плаваючих предметів не допускається. При застосуванні поплавцевих або буйкових рівнемірів їх поплавки повинні бути виготовлені з електропровідного матеріалу і при будь-якому положенні мати надійний контакт із заземленням.

Використання неелектропровідних плаваючих пристроїв та предметів для зменшення втрат нафти від випаровування, допускається тільки за згодою зі спеціалізованою організацією, що займається захистом від статичного електрики в даній галузі.

На початку заповнення порожнього резервуара нафта повинна подаватися в нього зі швидкістю не більше 1м/с до моменту затоплення приймально-роздавального патрубку в резервуарі без понтона або плаваючим дахом і до спливання плаваючого даху або понтона в резервуарах з плаваючим дахом і понтоном.

Щоб уникнути іскроутворення ручний відбір проб і (або) вимірювання рівня нафти через вимірювальний люк виконувати не раніше ніж через 10 хвилин після завершення операції закачування (відкачування).

При цьому пристрої для проведення вимірювань повинні бути виготовлені з струмопровідних матеріалів з питомим об'ємним електричним опором менше $10^5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ і заземлені.

На кожний заземлюючий пристрій повинен бути заведений паспорт. У перші два роки експлуатації необхідно стежити за осіданням ґрунту над заземлюючими пристроями. При осаді ґрунт потрібно досипати і ретельно утрамбовувати.

Обслуговування пристроїв захисту від статичної електрики повинно проводитися відповідно до графіка.

Вимірювання електричних опорів заземлюючих пристроїв для захисту від статичної електрики повинно проводитися не рідше одного разу на рік в період найменшої провідності ґрунту (влітку - при найбільшому просиханні або взимку - при найбільшому промерзанні ґрунту).

При поточному огляді і ремонті захисних пристроїв необхідно перевірити надійність електричного зв'язку між струмоведучими елементами, виявити необхідні в заміні або посиленні елементи захисних пристроїв і визначити необхідні заходи щодо захисту елементів цих пристроїв від корозії.

2. Класифікація та принцип роботи систем пожежогасіння в резервуарному парку

Резервуари є об'єктом підвищеної пожежної небезпеки, тому вони в обов'язковому порядку оснащуються протипожежним обладнанням.

Основним засобом гасіння пожеж в резервуарах є піна середньої та низької кратності, що подається на поверхню горючої рідини, або в підставу резервуара, безпосередньо в шар продукту (підшарове гасіння).

Кратність піни - це відношення об'єму піни до об'єму розчину для утворення піни, що міститься в ній. Залежно від величини кратності піну поділяють:

- на піну низької кратності (кратність не більше 20);
- піну середньої кратності (кратність від 20 до 200);
- піну високої кратності (кратність більше 200).

Речовина для гасіння подається в резервуар за допомогою автоматичних або неавтоматичних установок гасіння пожежі.

Сучасні автоматичні установки гасіння пожежі в залежності від застосовуваної вогнегасної речовини поділяються на типи:

- автоматичні установки водяного і пінного пожежогасіння;
- установки пожежогасіння тонкорозпиленою водою;
- автоматичні установки газового пожежогасіння;
- установки порошкового пожежогасіння;
- автоматичні установки аерозольного пожежогасіння.

Автоматичні системи пінного пожежогасіння за способом гасіння можуть бути підшарового пожежогасіння і комбінованого пожежогасіння.

Автоматичні системи підшарового пожежогасіння, що забезпечують подачу низьократною плівкоутворюючої піни в нижню частину резервуара, тобто в нафту (підшаровий спосіб), застосовуються для захисту вертикальних сталевих резервуарів із стаціонарним дахом.

Плівкотвірна низьократна піна - піна, при руйнуванні якої на поверхні нафти і нафтопродукту мимовільно розтікається тонка водна плівка

Автоматичними системами комбінованого пожежогасіння, які забезпечують подачу низьократною плівкоутворюючої піни одночасно в зону ущільнюючого затвора (зверху) і в нижню частину резервуара, тобто безпосередньо в нафту (комбінований спосіб), захищають вертикальні сталеві резервуари з понтоном і плаваючою дахом.

При гасінні пожеж у резервуарах з в'язкими і легко застигаючими продуктами (мазут, масла і нафту) можливе застосування розпорошеної води для охолодження поверхневого шару рідини, до температури нижче їх температури спалаху. Необхідною умовою гасіння розпиленою водою є низька середньооб'ємна температура пального (нижче температури спалаху).

Системи пожежогасіння можуть бути стаціонарними або з використанням пересувної пожежної техніки.

Наземні резервуари для зберігання нафти і нафтопродуктів об'ємом 5000 м³ і більше обладнуються системами автоматичного пожежогасіння. На складах III категорії при наявності не більше двох наземних резервуарів об'ємом 5000 м³ допускається гасіння пожежі цих резервуарів пересувною пожежною технікою за умови обладнання резервуарів стаціонарно встановленими генераторами піни і сухими трубопроводами виведеними за обвалування.

Для підземних резервуарів об'ємом 5000 м³ і більше на складах I і II категорій слід передбачати стаціонарні системи пожежогасіння (неавтоматичні).

Резервуари зі стаціонарним дахом без понтона захищаються наступними методами:

- з подачею піни середньої кратності на поверхню палива;
- подачею низькократної піни зверху;
- подачею низькократної піни в нижню частину резервуара, як безпосередньо в нафтопродукт (підшаровий спосіб), так і через еластичний рукав з виходом на поверхню пального.

Резервуари з понтоном і стаціонарним дахом:

- з подачею піни середньої кратності в зазор і на поверхню понтона;
- подачею низькократної піни тільки зверху;
- подачею низькократної піни одночасно зверху і в шар пального.

Резервуари з плаваючою дахом:

- з подачею піни середньої кратності в кільцевий зазор між стінкою резервуара і краєм плаваючого даху;
- подачею низькократної піни одночасно зверху в кільцевий зазор між стінкою резервуара і краєм плаваючого даху і в шар пального;
- подачею хладону (газу), розташованого в ємностях на плаваючому даху в кільцевий зазор і подачею низькократної плівкоутворюючої піни в шар пального.

Тип і число піногенераторів, що встановлюються на резервуарах, залежать від способу подачі вогнегасних матеріалів, типу горючої рідини, конструкції і обсягу резервуара.

Стаціонарна установка охолодження резервуара. При гасінні пожежі в резервуарі спільно з системою підшарового пожежогасіння застосовують і стаціонарну установку охолодження резервуара, яка призначена для охолодження як палаючого резервуара, так і сусідніх резервуарів, що знаходяться з ним в групі.

Стаціонарна установка охолодження резервуара складається з горизонтального секційного кільця зрошення (зрошувального трубопроводу, з пристроями для розпилення води), що розміщується в верхньому поясі стінки резервуара, сухих стояків і горизонтальних трубопроводів, що з'єднують секційне кільце зрошення з мережею протипожежного водопроводу, і засувки з ручним приводом для забезпечення подачі води під час пожежі на охолодження всієї поверхні резервуара і будь-якої її чверті або половини (вважаючи по периметру) в залежності від розташування резервуарів в групі.

Система підшарового пожежогасіння.

Існуючі системи автоматичного пожежогасіння передбачають розміщення піногенераторів для подачі піни середньої кратності в верхній частині резервуара. У цьому їх істотний недолік. На практиці під час вибуху або загорання резервуара такі системи пожежогасіння з більшим ступенем імовірності виходять з ладу з наступних причин:

- відрив сітки піногенератора або її вигорання в перші хвилини під впливом відкритого полум'я через інерційність системи пожежогасіння

(вимагається час для спрацювання сповіщувачів, заповнення сухотрубів розчином піноутворювача і т.д.);

- відрив розчинопроводів від резервуара.

Якщо система пожежогасіння все ж залишилася працездатною, то її ефективність знижується через обвалення даху, затоплення понтона і утворення закритих порожнин.

З цих причин ні одна пожежа в резервуарах з автоматичною системою пожежогасіння не була загашена.

Система підшарового гасіння пожеж, в якій низькократна піна подається в основу резервуара, захищена від руйнувань.

Система підшарового пожежогасіння - це сукупність спеціального устаткування, піноутворювача і технології, що дозволяє генерувати, транспортувати і наливати розчин піноутворювача безпосередньо в резервуар в нижній шар палаючої нафти, забезпечуючи швидке гасіння пожежі за рахунок утворення на її поверхні ізолюючого шару.

Застосування підшарового пожежогасіння дозволяє ліквідувати горіння нафти, руйнування верхнього пояса, і наявність закритих зверху ділянок поверхні горіння. Активність тушачої дії підшарового пожежогасіння практично не залежить від часу розвитку пожежі, оскільки низькократна піна вводиться в холодний, нижній шар нафти в резервуарі.

Система підшарового гасіння пожеж резервуарів з нафтою дозволяє використовувати одночасно два механізми впливу:

- охолодження поверхневого шару за рахунок холодної нафти, що захоплюється вгору піною;

- різке зниження швидкості надходження парів вуглеводнів в зону горіння за рахунок ізолюючого дії самовільно розтікаючої по нафті водної плівки і шару високодисперсної піни низької кратності.

Підшаровий спосіб дозволяє різко знизити температуру нафти незалежно від діаметра захищеного резервуара. Він ефективний при наявності ізольованих просторів, які утворюються при завертуванні стін, обваленні дахів і спученні понтона резервуара.

Піна низької кратності подається безпосередньо в шар горючої рідини по пінопроводам системи підшарового пожежогасіння або через технологічні комунікації, які при виникненні пожежі в резервуарі практично не пошкоджуються.

Процес утворення піни низької кратності відбувається в стовбурах ежекторного типу - піногенераторах, що знаходяться за обвалуванням резервуара. При виході піни з пінопроводу відбувається інтенсивне перемішування шарів нафти з пінним потоком. Для зниження ступеня забруднення піни використовуються спеціальні насадки або дифузори, що зменшують швидкість пінного потоку до 1 м / с.

Час проходження піни від піногенератора до поверхні рідини, яка знаходиться в резервуарі, як правило, становить 40 ... 60с. Швидкому

розтіканню піни по поверхні горючої рідини сприяють конвективні потоки, спрямовані від місця виходу піни до стінок резервуара.

Через 90 ... 120с з моменту появи піни на поверхні горіння значно знижується. Надалі протягом 120 ... 180 с горіння повністю завершується.

Після зупинки подачі піни на всій поверхні горючої рідини утворюється стійкий пінний шар товщиною до 50 мм, який протягом декількох годин захищає поверхню нафти від повторного займання.

Застосування систем підшарового пожежогасіння піною низької кратності з використанням фторсинтетичних плівкоутворюючих піноутворювачів дозволяє гарантувати гасіння пожеж в резервуарах з нафтою.

Система підшарового пожежогасіння (СПТ) резервуара є комплекс пристроїв (рис. 1,2), що забезпечують: отримання низьократної піни за допомогою високонапірного піногенератора, її транспортування по пінопроводу в резервуар; введення піни в нафтопродукт з розрахунковою швидкістю і рівномірне орошення поверхні «дзеркала» нафтопродукту піною.

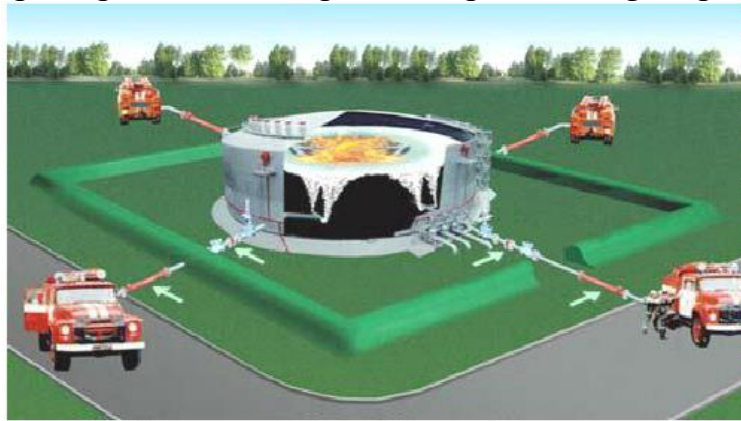


Рис. 1. Система підшарового тушіння пожежі в резервуарах з нафтою

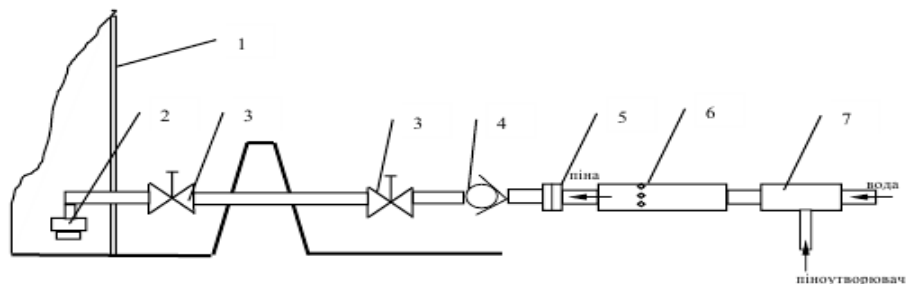


Рисунок 2 – Принципова схема системи "підшарового" пожежогасіння з використанням незалежного пінопроводу для подавання піни під шар продукту:

1 – резервуар; 2 – дифузор; 3 – засувки; 4 – зворотній клапан; 5 – мембрана;
6 – піногенератор; 7 – піно змішувач

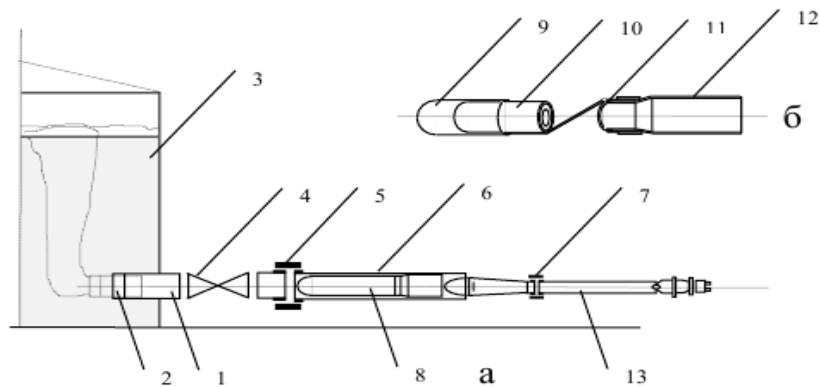


Рисунок 3 – Принципова схема установки для подавання піни під шар горючої рідини за допомогою еластичного рукава:

а – схема генератора; б – схема конструкції капсули; 1 – патрубок; 2 – опірне кільце; 3 – резервуар; 4 – засувка; 5, 7 – приєднувальні головки; 6 – переносний стакан; 8 – капсула; 9 – чохол; 10 – рукав; 11 – діафрагма; 12 – штуцер; 13 – ежектор

Як гасячий засіб застосовується фторсинтетичний плівкоутворювач. Він являє собою пінний засіб пожежогасіння за питомою вагою легше нафти. Піна не абсорбує на поверхні своїх бульбашок легкозаймисту рідину при проходженні через її шар і утворює на поверхні газонепроникну плівку, має високу поверхневу активність і здатністю до самовідновлення в разі розриву. Такі властивості забезпечують умови швидкої ліквідації пожежі і виключають можливість повторного загоряння.

Система забезпечує оперативне гасіння пожежі за рахунок утворення на поверхні легкозаймистої рідини стійкої плівки з малих бульбашок піни, що перекривають доступ кисню в зону горіння.

Як джерело пінного розчину в системі можуть бути використані баки-дозатори або пожежні машини.

З метою безпеки особового складу пожежної охорони і при ліквідації пожежі напірні вузли СПТ повинні бути розташовані поза обвалуванням захищеного резервуара.

Напірний пінопровід повинен бути обладнаний зворотним клапаном або мембраною і керованою засувкою з електроприводом, встановленою безпосередньо біля входу пінопроводу в резервуар.

Пульти управління засувкою повинен бути винесений за межі обвалування резервуара і встановлений в безпосередній близькості від напірного вузла системи пожежогасіння.

Дистанційно керована засувка (електропривод) повинна бути виконана у вибухозахисному виконанні.

На складах нафти і нафтопродуктів необхідно передбачати пожежогасіння повітряно-механічною піною середньої та низької кратності без обмежень.

Для наземних вертикальних резервуарів із стаціонарним дахом (крім резервуарів, призначених для зберігання масел і мазутів), гасіння яких

передбачається пересувною пожежною технікою, допускається застосовувати пошаровий спосіб пожежогасіння піною низької кратності.

Розрахунковий час гасіння пожежі для систем автоматичного пінного пожежогасіння - 10 хв, для пересувної пожежної техніки - 15 хв.

Інерційність стаціонарних систем пожежогасіння не повинна перевищувати трьох хвилин.

Вода для приготування розчинів піноутворювача не повинна містити домішок нафти і нафтопродуктів.

Як піноутворюючі пристрої для системи пожежогасіння слід застосовувати, як правило, піногенератори, типів:

ГПСС - для гасіння в резервуарах зі стаціонарною покрівлею і понтоном;

ГПС - для гасіння в резервуарах з плаваючим дахом і приміщеннях.

3. Устаткування систем пожежної безпеки та пожежогасіння. Піноутворювачі, вогневі запобіжники

Вогневі запобіжники. У тих випадках, коли вогневі запобіжники не вбудовані в корпус клапанів, вони розташовуються між клапаном і монтажним патрубком резервуара. Принцип дії вогневих запобіжників заснований на тому, що полум'я або іскра не здатні проникнути всередину резервуара через отвір малого перетину в умовах інтенсивного відводу тепла.

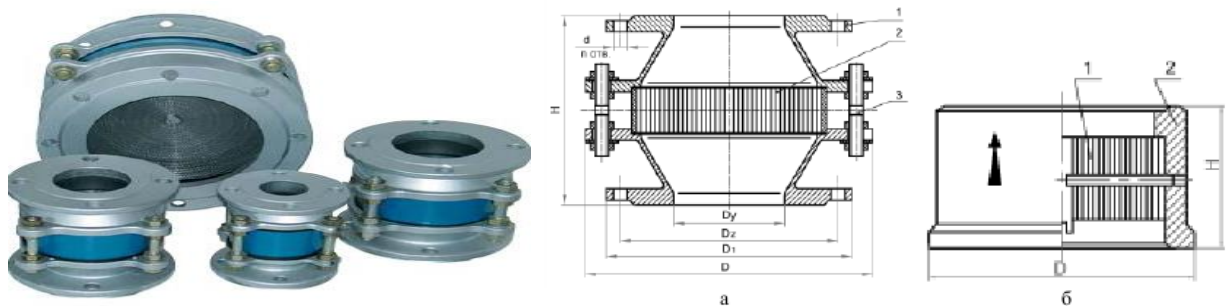


Рис. 4 Загальний вигляд вогнезапобіжника

а - конструкція ОП ААН; б - ОП АА

1 - корпус; 2 - огнепреграждающий элемент; 3 - шпилька.

При температурі зовнішнього повітря нижче 0°C в осінньо-зимовий період вогняні запобіжники необхідно демонтувати.

Конструктивно вогневої запобіжник (рис. 4) являє собою сталевий корпус з фланцями, всередині якого в кожусі поміщена кругла касета, що складається з свитих в спіраль гофрованої і плоскої стрічок з алюмінієвої фольги, що утворюють безліч паралельних каналів малого перетину. При проходженні крізь ці канали з теплопровідними стінками, полум'я або іскри гублять вогнебезпечність.

Вогневі запобіжники є комплектуючими виробами дихальних і запобіжних клапанів і вентиляційних патрубків. Крім цього установлюються на конструкції понтона в резервуарі і інших об'єктах.

Установки типу ГВПС-600 і ГВПС-2000 (рис. 5) - застосовують на резервуарах великої місткості. Вони складаються з піногенератора 1 з розчинопровідом 8 і пінокамери 5. За допомогою фланця 3 і кронштейна установка кріпиться до стінки резервуара 2. Для обслуговування установки передбачені люк 4 і майданчик 6. Для обслуговування установки передбачені люк 4 і майданчик 6.

Герметизуюча кришка запобігає втраті нафтопродукту від випаровування в навколишнє середовище. Кріплення кришки до корпусу камери здійснюється стяжками з замками, що складаються з двох частин, спаяних сплавом з температурою плавлення близько 120°C. При виникненні пожежі замки стяжок розплавляються, і герметизуюча кришка під дією власної ваги падає, звільняючи прохід піни до палаючої вуглеводневої рідини.

Досвід використання генераторів високократної піни ГВПС показав, що необхідний ступінь кратності піни, що дорівнює 100, в реальних випадках не досягається. З огляду на це, для підвищення надійності пожежогасіння резервуарів зі сферичним покриттям, був розроблений генератор піни середньої кратності ГПСС-2000 з кратністю піни не менше 70.

Класифікація піногенераторів:

1. Генератори підрозділяються по витраті розчину піноутворювача, конструкції сполучних пристроїв і комплектації додатковим устаткуванням.
2. По витраті піноутворювача генератори підрозділяються на типорозміри, встановлені технічною документацією.
3. По конструкції сполучних пристроїв генератори підрозділяються на:
 - легкороз'ємні переносні;
 - стаціонарні з фланцевими сполуками.
4. За комплектації додатковими пристроями:
 - без додаткових пристроїв;
 - з пінозмішувачем;
 - зі зворотним клапаном на лінії подачі повітря;
 - зі зворотним клапаном для запобігання зливу пального через генератор.

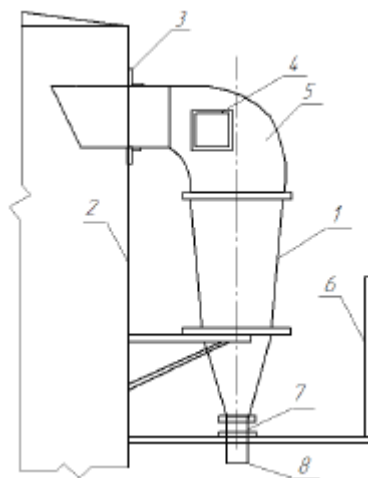


Рис. 5. Установка ГВПС-2000 на резервуарі:

1 - піногенератор; 2 - стінка резервуара; 3 - фланець спеціальний з комірком; 4 - люк для огляду; 5 - пенокамера; 6 - майданчик з огорожею для обслуговування; 7 - вставка; 8 - трубопровід подачі розчину піноутворювача

4. Статистика пожеж в резервуарних парках

Згідно із статистикою виникнення пожеж в резервуарних парках всіх країн, що випускають нафтопродукти, наглядно показує тенденцію до підвищення пожежної небезпеки при збільшенні масштабів резервуарних парків і вказує на необхідність подальшого вдосконалення заходів пожежної небезпеки при їх проектуванні та експлуатації. На сьогоднішній день склади нафти і нафтопродуктів є одним із найважливіших елементів системи нафтопродуктозабезпечення України.

Як свідчить статистика, в США в резервуарних парках щорічно виникає 20 пожеж, у Японії щорічно виникає по одній пожежі. Статистика свідчить про такий розподіл пожеж: на об'єктах «Головтранснафти» – 9,7%, на нафтопромислах – 14,2%, на нафтопереробних заводах – 28,4%, на розподільних нафтобазах – 47,7%. В наземних резервуарах сталося 93,4% пожеж, причому 32,1% з них мали місце в резервуарах з сировою нафтою, 53,9% – в резервуарах з бензином, 14,0% – в резервуарах з іншими нафтопродуктами (мазут, гас тощо). Пожежі відбувалися в основному у вертикальних сталевих резервуарах (227 випадків), з них 198 випадків (87,2 %) припадають на резервуари з бензином та сировою нафтою.

Особливості пожеж в резервуарних парках та їх гасіння

Бойові дії пожежних підрозділів з гасіння пожеж у резервуарному парку (резервуарі) по збереженню нафти та нафтопродуктів повинні бути організовані з урахуванням обстановки, що склалася, рекомендацій та вказівок оперативного плану гасіння пожежі на даному об'єкті. При цьому керівник гасіння пожежі (КГП) у першу чергу зобов'язаний :

1. Провести розвідку пожежі.
2. негайно організувати потрібне охолодження резервуара, що горить, і сусіднього з ним.
3. Організувати підготовку пінної атаки.
4. Створити на місці пожежі оперативний штаб гасіння пожежі з обов'язковим включенням до його складу представників адміністрації та інженерно-технічного персоналу об'єкта.
5. Особисто і з допомогою спеціально призначених працівників об'єкта та пожежної охорони вжити заходів з дотримання необхідних вимог техніки безпеки.

Якщо пожежа сталася в результаті вибуху, одночасно з розвідкою осередків пожежі необхідно проводити розвідку об'єктів та резервуарів, що не горять, з метою визначення ступеню їх пошкодження та своєчасного вживання заходів з попередження можливого розповсюдження пожежі.

Для гасіння пожеж в резервуарних парках за допомогою пересувної пожежної техніки та напівстаціонарних систем застосовують: воду у вигляді розпилених струменів; вогнегасні порошки та інертні гази; перемішування горючої рідини; повітряно-механічну піну середньої і низької кратності.

В якості основного засобу гасіння пожеж нафти та нафтопродуктів у резервуарах застосовують вогнегасні піни середньої і низької кратності.

Повітряно-механічна піна середньої кратності є основним засобом гасіння ЛЗР та ГР, піна низької кратності допускається для гасіння пожеж у резервуарах, обладнаних установками УППС (крізь шар пального).

Першочерговими діями підрозділів під час гасіння пожеж в резервуарах є подача водяних стволів для охолодження резервуара, що горить, і сусіднього, захист дихальної та іншої арматури сусідніх резервуарів.

Перші стволи подаються, як правило, для охолодження резервуара, що горить, потім для охолодження та захисту усіх сусідніх резервуарів, які знаходяться від резервуара, що горить, до двох нормативних відстаней.

Охолоджують резервуари безперервно до ліквідації пожежі та повного їх вистигання.

Гасіння пожеж у резервуарних парках з ЛЗР і ГР починається, як правило, з дій із захисту струменями води резервуарів, комунікацій, споруд від полум'я, запобігання горіння газозрівняльною системою, каналізаційними та технологічними лотками, припинення виходу рідини з ємкості та обмеження площі її розтікання.

5. Локалізація пожежі в резервуарних парках

Для охолодження резервуарів використовується вода. Для її подачі можуть бути використані:

- стаціонарні системи охолодження, якими обладнані резервуари, – кільця зрошення;
- стаціонарні гідромонітори, встановлені за межами обвалування;
- лафетні та ручні стволи, підключені до пересувної техніки.

Майже всі вертикальні сталеві резервуари обладнані кільцями зрошування для подачі води на охолодження зовнішнього боку стінки резервуара. Якщо пожежа відбувається в резервуарі, то часто внаслідок вибуху, що передуює пожежі, стаціонарні системи пожежогасіння і охолодження виходять з ладу. У випадку пожежі в обвалуванні такі системи залишаються неушкодженими і можуть виконувати свою задачу.

Кільце зрошування розташовується в верхній частині резервуара і являє собою перфоровану трубу діаметром $d = (80 - 150)$ мм, що охоплює резервуар по периметру (рис. 6).

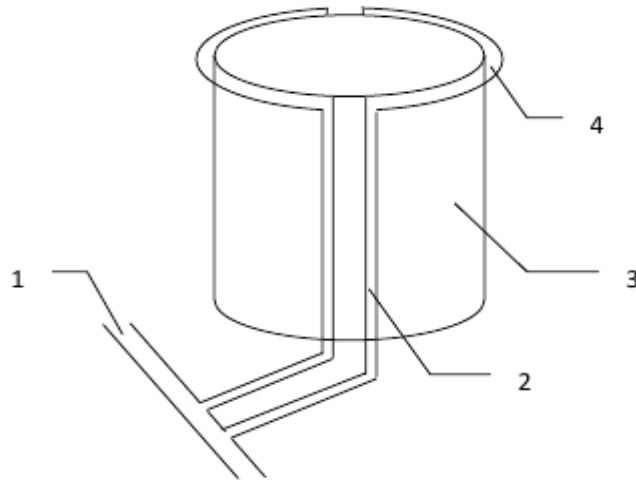


Рис. 6 – Схема кільця зрошення на резервуарі: 1 – протипожежний водопровід; 2 – сухотруб; 3 – резервуар; 4 – кільця зрошення

Діаметр отворів в кільці зрошення $d_1 \sim 5$ мм, відстань між отворами (200 – 350) мм. Додатково кільце зрошення може бути розділено на дві, чотири або більше рівних частини, кожна з яких має свій сухий стояк, з'єднаний за допомогою горизонтального водопроводу, прокладеним під землею, з зовнішнім протипожежним водопроводом резервуарного парка через засув з ручним та автоматичним приводом для подачі води при пожежі.

Недоліком зрошувальних кілець є можливість їх пошкодження у випадку, якщо пожежа починається з вибуху пароповітряної суміші, або розповсюджується з резервуара на обвалування.

Гідромонітори розташовують за межами обвалування резервуара. Це дозволяє захистити їх від впливу вибуху або пожежі в резервуарі та обвалуванні. Відстань від стінки резервуара до внутрішнього боку обвалування має бути

- не менше 6 м для резервуарів, об'ємом 10000 м³ і більше;
- не менше 3 м для резервуарів, об'ємом менше 10000 м³.

З врахуванням товщини обвалування, відстань по горизонталі від гідромонітора до стінки резервуара може складати 6–10 м. Крім того, вода має бути подана на висоту резервуара – 12–18 м. Все це потребує компактного і потужного струменя, що призводить до значно більших витрат води порівняно з стаціонарними зрошувальними кільцями. Додатково, слід врахувати, що частина води (близько 30%) після удару струменя об стінку резервуара буде відбиватися від неї, не приймаючи участі в охолоджувальній дії.

Більші витрати води призводять до

- підвищення навантаження на систему протипожежного водопостачання;
- заливттю водою території всередині обвалування і ускладненню дій оперативно-рятувальних підрозділів.

Зазначені вище фактори струмують використання гідромоніторів, як засобу охолодження резервуарів.

Основна небезпека пожежі в обвалуванні полягає в нагріві резервуара під тепловим впливом пожежі. Досягнення окремими елементами конструкції резервуара температури самоспалахування парів нафтопродукту, що зберігається, здатне призвести до полум'яного горіння парів на дихальній арматурі резервуара або до вибуху у газовому просторі резервуара. Саме тому охолодження резервуарів є першочерговою задачею при локалізації пожежі в резервуарному парку.

Існує 3 основних способи утворення водної плівки, яка стікає по стінці резервуара:

- зрошувальні кільця;
- гідромонітори за межами обвалування;
- пересувна техніка.

Кожному з них притаманні свої переваги і недоліки. Кільця охолодження є найпростішим способом утворити водну плівку, яка буде охолоджувати резервуар. Причому, на відміну від гідромоніторів, вся вода буде витрачатися на охолодження, не відскакуючи від удару об стінку.

Основою пожежогасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння. Кожен із способів припинення горіння можна здійснювати різними прийомами, зокрема їх поєднанням. Наприклад, створення ізолюючого шару на поверхні легкозаймистої рідини, яка горить, може бути досягнуто через подачу піни крізь шар горючої рідини, або за допомогою пінопід'йомників, навісними струменями тощо.

Спосіб охолодження ґрунтується на тому, що горіння речовини можливе тільки тоді, коли температура її верхнього шару вища за температуру його спалаху для легкозаймистих рідин (ЛЗР) $t_{сп} = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Якщо з поверхні горючої речовини відвести накопичене тепло, тобто охолодити її нижче температури спалаху, горіння припиняється.

Спосіб розрідження базується на здатності речовини горіти при вмісті кисню у атмосфері більше 14–16 % за об'ємом. Зі зменшенням кисню в повітрі нижче вказаної величини полум'яне горіння припиняється, а потім припиняється і тління внаслідок зменшення швидкості окислення. Зменшення концентрації кисню досягається введенням у повітря інертних газів та пари і ззовні або розведенням кисню продуктами горіння (у ізольованих приміщеннях).

Спосіб ізоляції ґрунтується на припиненні надходження кисню повітря до речовини, що горить. Для цього застосовують різні ізолюючі вогнегасні речовини (хімічна повітряно-механічна піна, порошок та інше).

Спосіб хімічного гальмування реакцій горіння полягає у введенні в зону горіння галогідно-похідних речовин (бромисті метил та етил, фреон та інше), які при потрапленні у полум'я розпадаються і з'єднуються з активними центрами, припиняючи екзотермічну реакцію, тобто виділення тепла. У результаті цього процес горіння припиняється.

У світовій практиці, в якості удосконалення вогнегасних засобів, перспективний напрямком є комбінування існуючих способів для підвищення фізико-хімічних властивостей компонентів які призначені для гасінні ЛЗР та ГР. Використання тих чи інших вогнегасних засобів при гасінні пожеж горючих рідин, зокрема нафтопродуктів, обмежується умовами технічної реалізації способу подачі та впливом теплофізичних показників палаючої рідин (відкрите полум'я, конвективні потоки, висока температура).

Тому, процес гасіння пожеж в резервуарах з горючими рідинами є вкрай складним, довготривалим і доволі витратним, що зумовлює необхідність розробки новітніх засобів та методів пожежогасіння.