

УДК 614.84

В.А. Свиридов

ДЕЯКІ ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Проведено аналіз ефективності протипожежного захисту нафтопереробних підприємств та сформульовано деякі шляхи його удосконалення.

Ключові слова: протипожежний захист, нафтопереробні підприємства, стаціонарні системи пожежогасіння, пересувна протипожежна техніка, захист нафтопереробних підприємств.

V. Sviridov

SOME WAYS OF IMPROVEMENT OF OIL REFINERIES FIRE PROTECTION

An analysis of the effectiveness of fire protection the some oil refineries has been performed and some ways of its improvement were formulated.

Keywords: fire protection, oil refineries, fixed fire extinguishing systems, mobile fire engineering, and protection of oil refineries.

На території України розташовано 6 нафтопереробних заводів: ВАТ “Нафтохімік Прикарпаття” (м. Надвірна Івано-Франківської обл.); ВАТ “НПК-Галичина” (м. Дрогобич Львівської обл.); ВАТ “Лукойл-Одеський НПЗ” (м. Одеса); ЗАТ “Укртатнафта” (м. Кременчук Полтавської обл.); ПрАТ “Лінік” (м. Лисичанськ Луганської обл.); ВАТ “Херсоннафтопереробка” (Херсонська обл.), а також Шебелинське відділення з переробки газового конденсату і нафти ДК “Укргазвидобування” НАК “Нафтогаз України”, 92 промислових родовища нафти, десятки станцій перекачування нафти, сотні розподільчих, перевалочних, перевалочно-розподільчих складів нафти та нафтопродуктів, баз зберігання, витратних складів промислових підприємств, до складу яких входять десятки тисяч резервуарів для зберігання нафти та нафтопродуктів.

Крім того в значній кількості є такі підприємства нафтопереробної промисловості як Бердянський завод мастил та оливи (АТ «АЗМОЛ»), Одеський морський нафтоперевалочний комплекс “Термінал”, міські та сільські нафтобази та інші об’єкти.

За даними “Укрнафтопродукту” на 343 складах цієї компанії експлуатуються 10510 резервуарів з сумарною місткістю 5 млн. м³. Тільки на Лисичанському та Кременчуцькому НПЗ експлуатуються 160 резервуарів об’ємом від 1 до 50 тис. м³ кожний, загальна місткість яких складає більше 2 млн. м³.

Найбільшими в Україні є ПрАТ “Лінік” та ЗАТ “Укртатнафта”, причому ПрАТ “Лінік” є найбільшим у Європі. Проектна потужність цього заводу складає 22 млн. тон нафти за рік. Процес нафтопереробки розподілений на 6 виробництв, що в свою чергу поділяються на 40 цехів до складу яких входять 18 технологічних установок, 115 будівель, 201 одиниця наземних металевих резервуарів загальним об’ємом 122,7 м³.

На ЗАТ “Укртатнафта” максимальна переробка нафти складає до 18,5 млн. тон на рік. Завод містить велике складське господарство. До складу входять: резервуарний парк № 1 – сировинний з 6 резервуарів по 50000 м³ (загальна ємність 300000 м³), парк № 2 – парк

темних нафтопродуктів (мазут) з 12 резервуарів по 10000 м³ (загальна ємність 120000 м³), парк № 3 – парк світлих нафтопродуктів (загальна ємність 438000 м³), а також резервуарні парки масляних фракцій, спецпродуктів (бензол, толуол, сольвент), булітні парки (пропан, ізопентан). Загальна кількість резервуарних парків - 27 де зберігається 1036700 м³ нафтопродуктів різних видів.

Метою роботи був аналіз протипожежного захисту нафтопереробних підприємств України та виявлення шляхів його удосконалення.

Підприємства нафтопереробної промисловості уявляють собою об'єкти підвищеної небезпеки. Пожежна небезпека обумовлюється наявністю в обігу великої кількості легкозаймистих та горючих рідин, парів і газів, їх вибухопожежонебезпечними властивостями, високою робочою температурою, високою імовірністю виникнення горючого середовища при порушеннях герметичності та руйнуванням обладнання в разі виникнення підвищеного тиску, механічних пошкоджень, а також особливостями технологічних процесів і апаратів.

Висока температура горючих рідин, нагріті конструкції технологічних печей, відкрите полум'я форсунок трубчатих печей, взаємодія з повітрям нафтопродуктів, що нагріті вище температури самоспалахування, самовозгоряння пірофорних відкладень на стінках обладнання, відкритий вогонь при ремонтних вогневих роботах, механічні та електричні іскри, іскри при розрядах статичної електрики є основними джерелами спалахування що виникають на зовнішніх технологічних установках.

Розповсюдження пожежі відбувається поверхнею розлитої горючої рідини, трубопроводами промислової каналізації, по близько розташованому технологічному обладнанню від дії теплової енергії чи енергії вибуху.

Як правило, пожежі виникають при руйнуванні та розгерметизації технологічного обладнання, втечі рідин крізь невеликі нещільності, виходу із обладнання, яке підготовлено до ремонту.

Унаслідок розглянутих причин пожежі на нафтопереробних підприємствах часто набувають великомасштабного розвитку, що, в свою чергу, призводить до великих матеріальних збитків, забруднення навколишнього середовища, а іноді і до людських жертв.

Так за період з 2004 по 2011 роки на НПЗ України виникло 140 пожеж, які призвели до значного матеріального збитку і загибелі 17 людей [1]. Статистичний аналіз пожеж на об'єктах зберігання, перероблення і транспортування нафти і нафтопродуктів [2], проведений за останні 20 років, свідчить, що з 200 пожеж – 92% виникло в наземних резервуарах. З них 26% - в резервуарах з нафтою, 49% - з бензином і 24% - в резервуарах з мазутом, дизпаливом та керосином. Частіше за все пожежі виникали в резервуарах типу РВС-5000 (-32% від загальної кількості), РВС-3000 (-27%), РВС-10000 та РВС-20000 (-19%).

На цей час на нафтопереробних підприємствах використовуються дві технології гасіння пожеж в резервуарах: подавання повітряно-механічної піни зверху на джерело горіння і метод підшарового гасіння. Обидва метода потребують великої кількості вогнегасних речовин і не завжди забезпечують безвідмовне гасіння [3].

Для пожежогасіння установок, приміщень та обладнання нафтопереробних підприємств України застосовуються ряд систем та засобів пожежогасіння, наведених на рисунку 1.

Так на ПрАТ “Лінік” застосовуються системи газового пожежогасіння короткочасної дії модульного типу (установки ЕЛЗУ АВТ, приміщення підстанцій), газового пожежогасіння короткочасної дії балонного типу (установки ізомеризації бензинової фракції, кабельні поверхи, виробництва № 2, 3, приміщення машзалу ЕОМ), порошкового пожежогасіння короткочасної дії модульного типу (виробництво № 3, приміщення насосних), установки з використанням тонкого розпилення водних вогнегасних речовин (установка полімеризації, установка очистки крекінг газу, склад сухих реагентів, трубопроводи установки пропілену, склад відвантаження готової продукції), установки з використанням розпилення порошкових вогнегасних речовин (насосні бітуму, гудрону,

реагентів). Також для локального пожежогасіння на відкритих насосних станціях світлих нафтопродуктів і дизельного палива, в закритій нафтовій насосній і станції змішування бензинів використовуються модульні швидкодіючі автономні порошкові полум'япридушувачі.

На нафтопереробному заводі ПАТ "Нафтохімік Прикарпаття" застосовуються системи пінного та водопінного пожежогасіння (товарно-сировинний парк, зливно-наливні естакади, кабельні тунелі ТЕЦ), порошкового пожежогасіння (насосна установка), парогасіння (відкриті та закриті насосні, печі та колони технологічних установок).

На Шебелинському відділенні з переробки газового конденсату і нафти ДК "Укргазвидобування" НАК "Нафтогаз України" застосовуються: система газового пожежогасіння (кабельні лотки трансформаторних підстанцій, серверна адмінбудівлі), порошкова установка короткочасної дії (маслобак турбіни когенераційної електростанції), стаціонарні системи пінного пожежогасіння (насосні).

На нафтопереробних заводах ПАТ "Лукойл-Одеський НПЗ" та ПРАТ "Херсонський нафтопереробний завод" застосовуються системи пінного пожежогасіння (резервуарні парки, зливно-наливні та авто-наливні естакади), газового пожежогасіння модульного типу (приміщення операторних, апаратні АСУ ТП, РУ-6Кв), системи парогасіння (зовнішні установки).

На ПАТ "Укртатнафта" крім стаціонарних систем піногасіння поверхневим способом застосовуються системи підшарового пожежогасіння за допомогою еластичного рукава (резервуарні парки зберігання нафти та нафтопродуктів), а також система парової завіси (вузлів управління (засувки, вимикачі тощо) в закритій сировинній насосній установці Л-35-11/300).

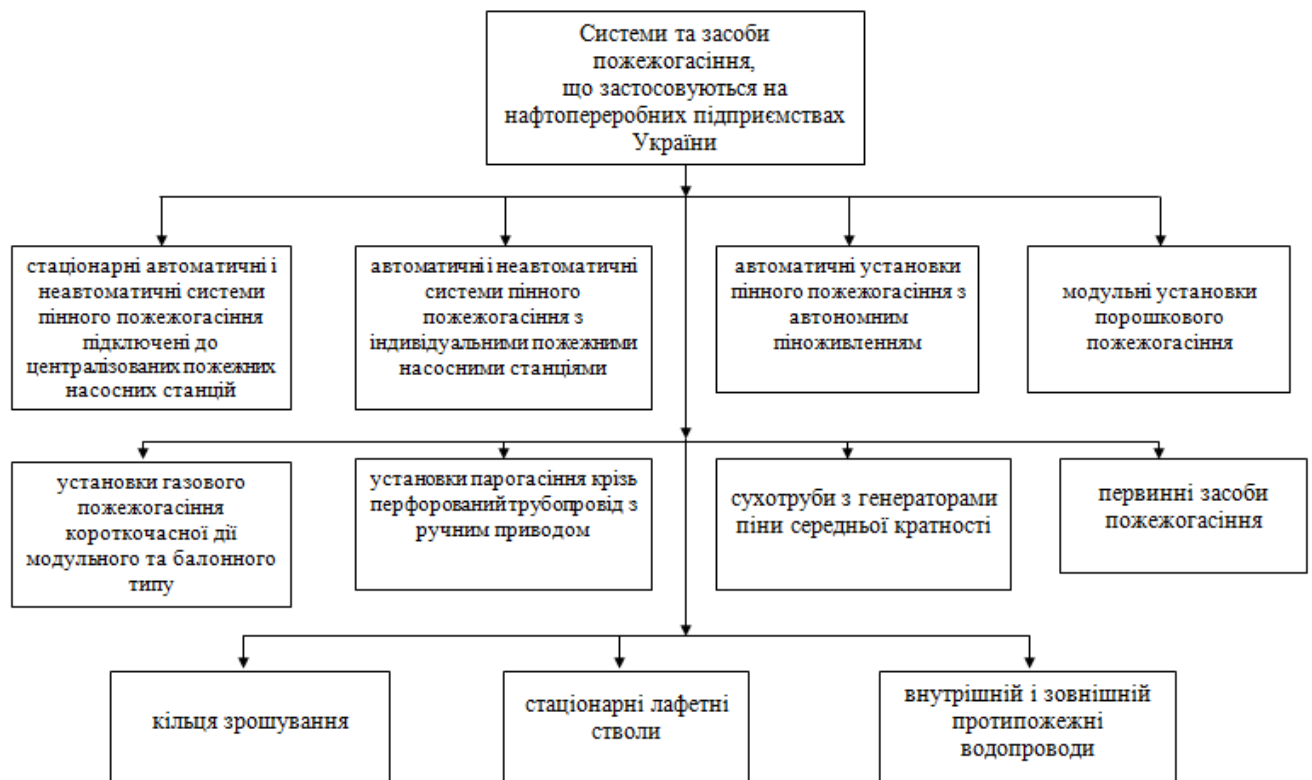


Рисунок 1 – Системи та засоби пожежогасіння, що застосовуються на нафтопереробних підприємствах України

Але практика свідчить, що існуючі варіанти систем протипожежного захисту не завжди виконують свої функції при виникненні пожежі.

Прикладом сказаного може служити пожежа, яка виникла в трубчатій печі установки каталітичного крекінгу Лисичанського НПЗ (ПрАТ "Ліннік"). Пожежа почалася о 8 год. 10 хв. в результаті прогару одного із змійовиків. Пожежу виявили о 8 год. 15 хв., приведення в дію системи пожежогасіння відбулося приблизно о 8 год. 18 хв. шляхом відкриття ручних засувок. Вільний розвиток горіння відбувався біля 18 хвилин. За цей час від дії полум'я перегрівся вакуумний газойль з утворенням парової фази та підвищенням тиску. Металеві труби втратили міцність, що призвело до розгерметизації змійовика і викиду значної кількості продукту і його парової фази. В результаті о 8 год. 22 хв. стався вибух. Через деякий час аналогічно розгерметизувався ще один змійовик і відбувся другий вибух. Унаслідок вибухів загинуло двоє пожежних, один працівник заводу і отримало опіки 14 чоловік, зруйнувалася піч, пожежа поширилася на сусіднє технологічне обладнання [4].

Подібна ситуація сталася в холодній насосній станції відкритого типу на установці ЕЛОУ-АВТ-8 №3 цього ж підприємства. Пожежа почалася о 01 годині 00 хвилин, а її виявили у 01 годину 08 хвилин. На приведення в дію стаціонарної неавтоматичної установки пінного пожежогасіння було витрачено біля 3 хвилин, тому пожежа вільно розвивалася на протязі 11 хвилин. За цей час полум'ям були пошкоджені ущільнення фланцевих з'єднань трубопроводів в насосній крізь які додатково почав поступати в зону пожежі мазут, полум'я перекинулося на розташовані на верхній відмітці етажерки повітряні холодильники і на теплоізоляційну обшивку колони К-2.

Аналогічні аварії спостерігались за кордоном. Так, на установці абсорбції бензину (штат Техас, США) вийшли з ладу ущільнення насосу і засувки на трубопроводі, по якому подавався нафтопродукт під тиском 1,25 МПа при температурі 70-80 °С. Пари нафтопродукту зайнялися від сильно нагрітого регулятора водяної пари. Спроба обслуговуючого персоналу ліквідувати пожежу пінними вогнегасниками не досягла успіху, виник новий витік нафтопродукту з перегрітого теплообмінника. Під дією високої температури відбулося руйнування установки пожежогасіння та сталевих опор нафтового резервуару, трубопроводною обв'язкою була звалена десорбційна колона висотою 20 метрів. При падінні колона зруйнувала багато технологічних апаратів. Все це викликало подальший розвиток пожежі, яка тривала кілька діб до повного вигорання продуктів. Збиток склав 3 млн. доларів.

Незважаючи на відповідність вимогам протипожежних норм і правил, в деяких випадках системи пожежогасіння не виконують свої функції.

Причинами цього є:

- значна інерційність використовуваних централізованих систем пожежогасіння, яка може дорівнювати кільком хвилинам. За цей час пожежа значно поширюється, а піногенератори, які попадають в зону пожежі, зазнають пошкоджень і не спроможні виконати свої функції.

- низька ефективність полустаціонарних систем пожежогасіння, що обумовлюється виходом їх з ладу до прибуття пожежних підрозділів;

- знаходженням централізованих автоматичних систем пожежогасіння в режимі ручного пуску;

- використанням для відключення насосів засувок з ручним приводом і розташування їх, в більшості, випадках біля насосів внаслідок чого в умовах пожежі вони потрапляють в зону горіння.

Також для гасіння, наприклад, резервуара місткістю 5000 м³ необхідно мати запас піноутворювача масою близько 10 т, якій повинно повністю змінити один раз в три роки. Все це, поряд з неефективністю, робить ці системи високо витратними [2].

Практичний досвід щодо забезпечення умов успішного гасіння пожеж на нафтопереробних підприємствах свідчить [3], що практично в усіх випадках їх ліквідація здійснюється силами підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України із застосуванням пересувної протипожежної техніки.

Так, наприклад, в деяких випадках вдається ліквідувати пожежу в резервуарах місткістю до 5 тис. м³, а пожежі в резервуарах з місткістю більше 5 тис. м³, як правило, ліквіднуються лише на стадії повного вигорання нафтопродукту, при цьому повністю руйнується резервуар [4].

Для гасіння пожеж на нафтопереробних підприємствах залучається, як основна протипожежна техніка (пожежні автоцистерни, автомобілі пінного, порошкового, комбінованого гасіння, пожежні насосні станції), так і спеціальна (пожежні автодрабини, автопідіймачі, рукавні автомобілі, автомобілі зв'язку і освітлення, технічні служби тощо). Крім цього залучається допоміжна техніка для організації проходів в обвалуванні, для пересування основних пожежних автомобілів в умовах ґрунтів з низькою несучою здатністю тощо.

Автомобілі пінного гасіння створені спеціально для використання їх під час гасіння нафти і нафтопродуктів на нафтопереробних заводах, у резервуарних парках та нафтосховищах тощо. На місце пожежі вони доставляють оперативний розрахунок, піноутворювач, пожежно-технічне оснащення, технічні засоби для подавання повітряно-механічної піни (стаціонарні, типу ствола-мачти, або пересувні пінопідіймачі, пінні насоси, переносні пінозмішувачі тощо).

На цей час для гасіння пожеж на об'єктах нафтопереробної галузі застосовуються такі основні типи пожежних автомобілів: автоцистерни АЦ 40 (130) 63 Б, автомобіль порошкового гасіння АП-5, автомобілі пінного гасіння АЦП 40-6/3 та АВ-40(375Н)-Ц50А.

Автомобіль пінного гасіння АВ-40(375Н)-Ц50А уніфікований за конструкцією з автоцистерною АВ-40(375Н)-Ц1А (до його комплектації додатково включені два пінопідіймачі, кожен з яких забезпечує підйом двох генераторів піни на висоту до 13 м, стаціонарний лафетний ствол, шість піногенераторів ГПС-600 і дві дозуючі вставки). Продуктивність лафетного ствола на пінному автомобілі АВ-40 (375Н)-Ц50А складає за водою 40 л/с, за піною 24 м³/хв. За допомогою цього ствола, який має дистанційне гідрокерування, можна отримати 1000 м³ повітряно-механічної піни кратністю 10 під час роботи від зовнішнього водопостачання, що дозволяє за розрахунками ліквідувати пожежу в резервуарі об'ємом 5000 м³ [5].

Пожежні автомобілі пінного гасіння АВ-40(375Н)-Ц50А використовуються разом з автоцистернами, насосно-рукавними автомобілями або пожежними насосними станціями. В цьому випадку піноутворювач з цистерни автомобіля пінного гасіння пожежним насосом подається в напірну рукавну лінію пожежної автоцистерни через переносний пінозмішувач. При наявності мереж водопостачання поряд з місцем пожежі, піноутворювач подається в пожежний насос через стаціонарний пінозмішувач ПС-5.

На цей час спостерігається тенденція до значного збільшення розмірів резервуарів. Так, за даними [6] ОАО "Інститут транспорту нафти" спільно з УкрНДІПроектстальконструкція (УкрНДІПСК) спроектовано резервуар місткістю 150 тис. м³ для НПС "Броди". Внаслідок збільшення діаметра резервуарів і відповідно площі дзеркала нафтопродукту значно збільшується інтенсивність горіння, потужність теплового випромінювання, потужність і швидкість конвективних потоків продуктів горіння.

Так, за даними [5], для гасіння пожеж в резервуарах об'ємом більше 5000 м³ – необхідно застосування протипожежної техніки з можливістю вивозу 10000 – 12000 л піноутворювача.

Дослідженнями [7] щодо ефективності гасіння пожеж на об'єктах нафтопереробної промисловості встановлено, що для гасіння резервуара ємністю 20000 м³, при нормативній інтенсивності подавання розчину піноутворювача 0,08 л/с м², необхідно забезпечити витрати розчину у 100,5 л/с, а для гасіння резервуара 50000 м³ – 251,4 л/с.

Існуюча на НПЗ протипожежна техніка не в змозі вирішити такі питання. У зв'язку з цим, для підвищення ефективності застосування протипожежної техніки є необхідним визначення та обґрунтування технічних вимог до пожежних автомобілів та розроблення нових сучасних зразків протипожежної техніки.

Таким чином на підставі проведеного аналізу щодо гасіння пожеж на нафтопереробних підприємствах із застосуванням стаціонарних систем пожежогасіння та пересувної протипожежної техніки, можна зробити наступні висновки:

1. При виникненні пожежі на будь-якому технологічному комплексі або установці НПЗ період інтенсивного збільшення теплового потоку складає від 2 до 10 хв. [8]. Велика швидкість наростання температури пояснюється високими значеннями інтенсивності тепловиділення легкозаймистих та горючих рідин. При цьому, на прикладі реальних пожеж видно, що час вільного розвитку пожежі до її виявлення складає 5-8 хвилин, час приведення у дію систем пожежогасіння складає приблизно 3 хвилини, мінімальна інерційність спрацювання системи пінного пожежогасіння складає понад 3 хвилини. За цей час пожежа приймає розвиненого характеру, виникає, як правило, деформація та руйнування піногенераторів та складових елементів системи, що обумовлено її не спроможною виконувати свої функції.

2. Аналіз пожеж свідчить, що пожежі резервуарів з нафтою і нафтопродуктами, в основному ліквідуються на стадії повного вигорання горючої рідини, хоча фактична інтенсивність подачі вогнегасних речовин при гасінні цих пожеж, як правило, набагато перевищує нормативну. Піна, під час подавання її в резервуар, інтенсивно руйнується від впливу теплових потоків, прогрітого поверхневого шару нафтопродукту і розжарених металевих конструкцій резервуара. Крім цього подача піни ускладнюється через наявність значних газових потоків в зоні горіння, які перешкоджають потраплянню піни на поверхню пального, що горить; піна, при подачі її в резервуар, може відхилитися від заданого напрямку вітровими потоками.

3. Відповідно норм [9], для установок пожежогасіння витрати вогнегасних засобів визначаються, виходячи з інтенсивності їх подавання. Для установок пінного пожежогасіння інтенсивність подачі розчину піноутворювача приймається 0,08 л/с на м² – при гасінні нафти і нафтопродуктів з температурою спалаху 28 °С і нижче, піною середньої кратності піноутворювачами загального призначення і піною низької кратності; 0,05 л/с на м² – при гасінні нафти і нафтопродуктів з температурою спалаху 28 °С і нижче, піною середньої кратності піноутворювачами цільового призначення, і при гасінні нафти і нафтопродуктів з температурою спалаху вище 28 °С незалежно від піноутворювачів, які застосовуються.

При цьому розрахунковий час гасіння пожеж приймається для стаціонарних установок – 10 хв.; для пересувних – 15 хв.

Але на практиці спостерігається інша ситуація. Ліквідація пожеж триває від кількох годин до десятків годин, а час тривалості пінних атак складає від кількох десятків хвилин до декількох годин, в той час коли нормами передбачено 10 – 15 хв. Тобто, проблема гасіння резервуарів в Україні, в цілому, на теперішній час не вирішена.

4 Аналіз основних показників оперативної діяльності пожежно-рятувальних підрозділів [8] показав, що пересувні засоби пожежогасіння можуть бути введені в дію в середньому лише через 15 хв. після виникнення пожежі. Крім цього для гасіння пожеж в резервуарах та технологічних установках існує потреба подавання великої кількості вогнегасних речовин зі значних відстаней. Використовуючи існуючу на НПЗ протипожежну техніку неможливо розв'язати такі проблеми. Тому для створення ефективної протипожежної техніки, необхідно виконати певні умови, які висуває досвід і практика гасіння таких пожеж. Це оснащення пересувної техніки установками та модулями пожежогасіння великої продуктивності, забезпечення надійної подачі вогнегасних речовин зі значної відстані, можливість гасіння на великих площах, скорочення витрат часу на гасіння, виключення ручної праці і підвищення маневреності і прохідності шасі.

5 Висока ефективність гасіння пожеж на підприємствах нафтопереробної промисловості може досягатися лише за умови введення сил та засобів на гасіння пожежі у перші 10 хв., що можливе лише при використанні останніх досягнень науки і всього комплексу технічних та організаційних заходів.

За результатами аналізу визначено напрямки проведення досліджень з метою удосконалення системи протипожежного захисту об'єктів нафтопереробної галузі.

Так актуальним постає питання розроблення, проведення експериментальних досліджень і впровадження новітніх розробок та технологій щодо пожежогасіння технологічних комплексів, зокрема резервуарів, таких як пристрій оперативного врізання, інтегрований для підшарового гасіння резервуарів, модульної системи пожежогасіння із застосуванням піротехнічного джерела газу, установок газопорошкового гасіння тощо.

Існує потреба щодо застосування технологій пожежогасіння нового покоління CAFS (ONE-SEVEN), технологій тонкого розпилення водних вогнегасних речовин, вивчення та впровадження російського досвіду щодо застосування технологій отримання газонаповненої піни з інтенсивністю подавання вогнегасної речовини близько 1 л / (м²·с) тощо [10].

Перспективним є питання щодо створення для об'єктів нафтопереробної промисловості пожежно-рятувальної техніки та застосування модулів пожежогасіння, які б мали здатність вивозити значну кількість вогнегасної речовини на базі повнопривідного автомобіля з високими характеристиками.

Для підвищення ефективності застосування протипожежної техніки є необхідним визначення та обґрунтування технічних вимог до пожежних автомобілів. При визначенні технічних вимог необхідно врахувати такі показники:

можливість вивезення та подавання великої кількості декількох видів вогнегасних речовин до зони горіння;

застосування повнопривідних типів шасі;

встановлення на автомобілях сучасних модулів пожежогасіння та обладнання, які б збільшили функціональні можливості його використання;

здійснення заміни металевих ємностей на поліпропіленові для вивезення вогнегасних речовин для збільшення строку їх експлуатації.

На цей час залишається актуальним питання створення піноподавальних пристроїв, які б забезпечували необхідні витрати вогнегасних речовин.

В подальшому доцільно проведення досліджень щодо удосконалення технологій, систем та засобів пожежогасіння, визначення типів і видів протипожежної техніки та модулів пожежогасіння, обґрунтування норм комплектування пожежних автомобілів пожежно-технічним оснащенням та обладнанням з урахуванням специфіки нафтопереробних підприємств.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дані про пожежі на нафтопереробних спорудах за 2004-2011 роки та за 7 місяців 2012 року. УкрНДІЦЗ, 2012 р.
2. Копылов С.Н., Казаков А.В., Синельникова Е.А., Слепцова И.Н., Селиверстов В.И., Стенковой В.И. Исследования в области перспективных средств и способов активной противопожарной защиты резервуаров с нефтью и нефтепродуктами. Сб. тезисов-докладов XXIV международная научно-практическая конференция по проблемам пожарной безопасности посвященная 75-летию ВНИИПО. - М., ВНИИПО, 2012, Ч.1 с. 35-39.
3. Копылов Н.П. Современные пожарные автомобили: проблемы создания, инновационные решения, тенденции развития // Средства спасения. Противопожарная защита: каталог. М., 2005. С.66-68.
4. Звіт про науково-дослідну роботу “Провести дослідження проблем пожежогасіння та протипожежного захисту вертикальних сталевих резервуарів складів нафти та нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа” (Резервуари). / УкрНДІПБ - К.: 2001. – 193 с.

5. Яковенко Ю.Ф. Современные пожарные автомобили. - М., Стройиздат, 1988, - 352 с.
6. Тодийчук А., Цвигун А. Пути повышения безопасности резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов // Бюлетень пожежної безпеки, 2001, №2 (7). - С. 16.
7. Звіт про науково-дослідну роботу "Провести дослідження та розробити проект інструкції щодо гасіння пожеж у резервуарах з нафтою і нафтопродуктами" (Гасіння - резервуари). / УкрНДПБ - К.: 2002. – 142 с.
8. Волков С.В. Особенности тушения пожаров на объектах с наличием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Сб. тезисов- докладов XXIV международная научно-практическая конференция по проблемам пожарной безопасности посвященная 75-летию ВНИИПО. - М., ВНИИПО, 2012, Ч.2, с. 227-229.
9. ВБН В.2.2-58.1-94 Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа.
10. Ерохин С.П., Кононов Б.В., Копылов Н.П., Орлов Л.А., Родионов Е.С. Новые методы тушения нефтепродуктов в резервуарах и крупных площадных пожаров. Сб. тезисов- докладов XXIV международная научно-практическая конференция по проблемам пожарной безопасности посвященная 75-летию ВНИИПО. - М., ВНИИПО, 2012, Ч.1, с. 19-21.

