

УДК 665

Л.М. Черняк

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ НА ОБ'ЄКТАХ СИСТЕМИ НАФТОПРОДУКТОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Національний авіаційний університет, м. Київ

Обґрунтовано необхідність нагального впровадження сучасних систем запобігання втратам палив від випаровування на об'єктах сфери нафтопродуктозабезпечення. Надано результати аналізу ефективності різних екологічних систем, що застосовуються на автозаправних станціях для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище викидів вуглеводневої пари автомобільних бензинів.

Вступ

Запобігання втратам нафтопродуктів – один з важливих напрямів економії паливно-енергетичних ресурсів, що має одне з головних значень у розвитку економіки. Під час транспортування, зберігання та виконання різних технологічних операцій з паливами відбувається процес їх випаровування, що супроводжується втратою цінних легких фракцій даних нафтопродуктів. Вуглеводнева пара заповнює вільний простір у резервуарах і з більшою або меншою інтенсивністю поступає до атмосфери. Інтенсивність утворення паливо-повітряної суміші та її викид до атмосфери залежить від фракційного складу нафтопродуктів, температурного режиму технологічних операцій та періодичності заповнення та звільнення резервуарау. Вуглеводнева пара, що знаходиться у резервуарах, з підвищенням температури і, відповідно, тиску викидається назовні до атмосфери. Вміст вуглеводнів у пароповітряній суміші може досягати 30–55 об.% або ж 40–45 мас.%. Основна частина вуглеводнів (до 98–99% від об'єму вуглеводнів) – це легкі вуглеводні С1–С6. Втрата легких фракцій нафтопродуктів, у першу чергу, негативно впливає на зміну їх якості. Результатом випаровування легких фракцій палив є: обважнення фракційного складу, зростання гус-

тини та в'язкості, зниження тиску насиченої пари. Окрім погіршення якості палив, випаровування призводить до безповоротних кількісних втрат цінної нафтової сировини. Тобто, проблема втрат палив від випаровування – комплексна економічно-еколого-енергетична проблема [1–4].

Постановка завдання

Метою роботи був аналіз ефективності систем, що на сьогодні використовуються на АЗС з метою уловлювання вуглеводневої пари нафтопродуктів та аналіз перспектив впровадження розробленої адсорбційної системи уловлювання легких фракцій.

Об'єкт дослідження – адсорбція та десорбція вуглеводневих парів бензинів, ефективність технологій запобігання втратам бензинів на АЗС.

Предмет дослідження – кремнієорганічні адсорбенти, технологія запобігання втратам бензинів на АЗС.

Аналіз досліджень та публікацій

Аналіз літературних джерел показує активну зацікавленість науковців стосовно експериментальних і теоретичних досліджень з розробки нових та підвищення ефективності уловлювання вуглеводневої пари існуючих систем запобігання втратам палив від випаровування.

Теоретичним і експериментальним дослід-

женням процесу випаровування нафтопродуктів, розробленню методики розрахунку втрат, обґрунтуванню методів і засобів їх зменшення присвячено праці Ф.Ф. Абузової, М.І. Ашкеназі, Н.Н. Константінова, А.А. Коршака, В.Ф. Новосолова, В.І. Чернікіна та представників української хімотологічної школи НАУ С.В. Бойченка, О.В. Бойченка та інших [5–7].

У працях С.В. Бойченка та О.В. Бойченка [6,7] проаналізовано технологічні основи енергоощадності у процесах транспортування та зберігання моторних палив. Водночас, одна із вагомих складових загального балансу втрат від випаровування за об'єктами, проблема втрат нафтопродуктів на АЗС, також потребує додаткового вивчення. За оцінюваннями зарубіжних дослідників [8] із загальної кількості вуглеводнів, що втрачаються внаслідок випаровування, на нафтопереробні заводи (НПЗ) припадає 16 %, нафтобази – 32%, а АЗС відповідно – 52% (рис. 1).

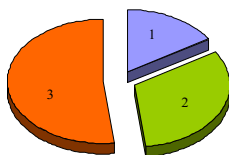


Рис. 1. Структура втрат від випаровування за об'єктами [2]: 1 – на НПЗ (16%); 2 – на нафтосквищах (32%); 3 – на АЗС (52%)

Як видно з рис. 1 найбільша частина втрат від випаровування припадає на АЗС. Ураховуючи той факт, нині на роздрібному ринку України функціонує близько семи тисяч АЗС [9], то сумарні річні втрати нафтопродуктів на АЗС України набувають катастрофічно великих розмірів.

Отже, надзвичайно гостро постає питання про детальне дослідження основних причини втрат палив на АЗС і пошук варіантів вирішення цієї проблеми. Адже негативний вплив АЗС на навколишнє середовище порівняно з іншими сховищами нафтопродуктів виявляється більшою мірою. Це зумовлено тим, що, з одного боку, АЗС розташовуються у великих містах з високою щільністю забудови і значною концентрацією автотранспорту, а з другого боку – тим, що викиди з них відбуваються на висоті всього 2–3 м над землею. А транспортування і зберігання нафтопродуктів у системі їх розподілу споживачам відбуваються у менш сприятливих умовах, ніж у нафтовій або нафтопереробній промисловості [10–14].

Узагальнені втрати палив на АЗС поділяються таким чином, як показано на рис. 2.

Основною причиною витікання пароповітряної суміші (ППС) під час експлуатації АЗС є вентиляція газового простору резервуарів, зумовлена природною циркуляцією повітря крізь нещільності та внаслідок великих і малих «дихань» резервуарів під час заповнення і зберігання па-

лив, а також у процесі заправлення техніки через витіснення ППС з баків автомобілів.

Об'єм викидів у результаті великих «дихань» зростає зі збільшенням циклів заповнення-розвантаження резервуарів і залежить від кліматичної зони.

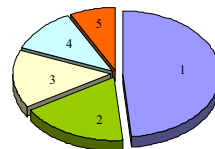


Рис. 2. Структура узагальнених втрат на АЗС [15]:

- 1 – переповнення паливного бака під час заправлення 48,7%;
- 2 – внаслідок випаровування (17,7%);
- 3 – витіснення під час наповнення паливного бака – 14,6%;
- 4 – технічна несправність ПРК (11,4%);
- 5 – технічна несправність зливного обладнання (7,6%)

У загальному обсязі викидів бензинової пари великі «дихання» становлять близько 40%, що створює іноді у робочій зоні максимальні разові концентрації, що перевищують граничнодопустимі концентрації (ГДК). Під час малих «дихань» завдяки заглибленню резервуарів об'єм викидів незначний, тому за технічно справної дихальної арматури забруднення повітряного середовища майже не відбувається. Пара палива викидається на кожній стадії процесу його зливання-наливання. Під час наливання бензину з резервуарів на нафтобазі бензинова пара витісняється у повітряний простір цистерн. Під час заповнення автоцистерн і зливання бензину з них у підземні резервуари на АЗС знову витісняється пара бензину. На кожен літр бензину, що поставляється на АЗС, витісняється п'ять і більше літрів пари у процесі видавання через паливно-роздавальні колонки (ПРК). Крім того, паливо випаровується з паливних баків автомобілів [10–17].

Незалежно від причини втрат рідких вуглеводнів у кінцевому підсумку всі вони опиняються в атмосфері, що негативно впливає на навколишнє середовище і, особливо на здоров'я людини. Висока концентрація вуглеводнів у повітрі спричиняє підвищену захворюваність органів дихання, функціональні зміни у центральній нервовій системі та ін. Функціональні порушення діяльності нервової системи спостерігаються у працівників, що пропрацювали понад 5–10 років [1–10].

Таким чином, зменшення втрат нафтопродуктів від випаровування, особливо на АЗС, є актуальним завданням не тільки з економічного погляду, але, що не менш важливо, в екологічному аспекті [5].

Відомі зараз технічні засоби запобігання втрамам від випаровування: понтони, плаваючі покривлі, газопорівняльні системи, СУЛФ тощо, класифікацію яких наведено у джерелі [9], не сприя-

ють ефективному вирішенню проблеми втрат, особливо під час експлуатації резервуарних ємкостей невеликих об'ємів і резервуарів АЗС.

Адже, незважаючи на доволі значні втрати бензину від випаровування, резервуари АЗС, що являють собою складні інженерні споруди, обладнані комплексом автоматизованих систем забезпечення технологічного процесу приймання, зберігання палива та заправлення автотранспортної техніки, але, у переважній більшості, не мають ніяких засобів зменшення втрат, окрім «дихальних» клапанів [1–17].

Але використання «дихальних» клапанів не сприяє зменшенню кількості вуглеводневої пари нафтопродуктів, що проникає в атмосферу. Головним технічним призначенням «дихальних» клапанів є:

- регулювання тиску в ГП резервуарів для зберігання нафтопродуктів;
- захист від проникнення полум'я й іскор всередину резервуара.

У деяких проектах АЗС як засоби зменшення викидів нафтопродуктів використовуються газопорівняльні системи [14]. Їх використання значною мірою сприяє зменшенню втрат палив від випаровування, але використання таких систем на АЗС має низку технічних складнощів.

На підставі аналізу науково-технічної літератури [1–17] нами складено порівняльну характеристику ефективності технічних заходів зменшення втрат автомобільних бензинів від випаровування (таблиця), з якої видно, що існуючі технічні засоби запобігання втратам пари бензинів від випаровування або не можуть бути застосовані на АЗС через складнощі під час експлуатації резервуарів невеликої ємкості, якими вони обладнані, або мають низький ступінь запобігання

втратам від випаровування (абсорбційні СУЛФ, газопорівняльні системи).

Таким чином, можна сформулювати висновок, що в умовах АЗС найбільш доцільним засобом зменшення викидів пари бензину в атмосферу є СУЛФ, зокрема адсорбційні й компресійні.

Історія застосування СУЛФ бере свій початок за кордоном, де вони отримали назву «*vapour recovery systems*», тобто система повертання пари. Автором праці [17] було запропоновано таке визначення СУЛФ – це сукупність технологічного обладнання, що забезпечує відбір та утилізацію легких фракцій нафти та нафтопродуктів з підвищенням тиску в ГП ємкостей до того, як відбудеться їх викид в атмосферу. Під утилізацією у цьому випадку розуміють або накопичення ППС для її повернення у ГП ємкості, видалення вуглеводнів від ППС або реалізацію цієї ППС. Забезпечення уловлювання паливної пари, що утворюється під час зберігання і подальшого розподілення нафтопродукту в більшості країн Європи і США вже понад 15 років є законодавчою нормою.

Європейське співтовариство уже 30 років проводить власну політику в сфері навколишнього середовища. За цей період були здійснені значні за масштабом заходи природоохоронного характеру, створена правова база для регулювання і координації екологічної діяльності держав-членів європейського союзу (ЄС), розроблені і впроваджені нові підходи до захисту і поліпшення якості навколишнього середовища. Сьогодні захист навколишнього середовища є одним із пріоритетів ЄС поряд з іншими напрямками інтеграції.

За різними оцінюваннями в атмосферу планети щорічно викидається від 50 до 90 млн.т легких органічних сполук. Значна частина цих ви-

Порівняльна характеристика засобів зменшення втрат вуглеводнів від випаровування [16]

Засіб зменшення втрат	Ефективність, %	Головні недоліки
Газопорівняльні системи	60–90	Газгольдери, що використовуються як газозбірники, потребують великих металовитрат, а еластичні газозбирачі не отримали широкого застосування через малий термін експлуатації
Адсорбційні СУЛФ	90–98	Низька пропускна здатність та потреба в додаткових витратах на десорбцію
Абсорбційні СУЛФ	60	Достатньо складний та енергоємний процес регенерації абсорбенту, що призводить до значно вищої вартості системи порівняно з іншими засобами запобігання втратам від випаровування
Конденсаційні СУЛФ	75	Одноступеневе охолодження ППС не завжди забезпечує необхідний ступінь уловлювання вуглеводнів. Так, становлено, що під час охолодження ППС за температури 28 ⁰ С, до температури – 20 ⁰ С конденсуються тільки 55–75% вуглеводнів, що у ній містяться, а інші 25–45% проходять через холодильну установку і втрачаються. Тому використовують додаткові ступені охолодження, що вимагає великих енерговитрат
Компресійні СУЛФ	96–98	Застосування компресійних СУЛФ доцільне лише в разі великих витрат ППС, що є перешкодою для використання цих систем на АЗС
Комбіновані СУЛФ	73–90	Недоліком роботи таких систем є складне апаратне оснащення та великі енерговитрати

кідів припадає на підприємства нафтової промисловості. Леткі вуглеводні є головними у реакціях утворення озону – одного серед найпоширеніших забруднювачів повітря. Озон утворюється у результаті реакції фотосинтезу, в яку легко надходить пара нафтопродуктів унаслідок їх реакційної здатності. Крім того, вуглеводнева пара завдяки своїй реакційній здатності може вступати в хімічну реакцію з іншими забруднювачами в атмосферному повітрі та утворювати фотохімічний смог. У свою чергу, смог не тільки негативно впливає на здоров'я людини, але й спричиняє руйнування гумових і текстильних виробів, забруднення ґрунту та знищення рослин.

Нині захист навколишнього середовища є одним із пріоритетів ЄС поряд з іншими напрямками інтеграції. Однією з важливих проблем екологічної безпеки населення є негативний вплив автотранспортних засобів на навколишнє середовище та здоров'я населення. Найбільші світові виробники двигунів та автомобілів сформулювали свої пропозиції й надрукували їх у Всесвітній паливній хартії, у якій встановлено чотири категорії якості для країн з різними вимогами. У відповідності з Кіотським протоколом з 2010 р. у Європі передбачається нормування CO_2 у відпрацьованих газах автомобілів (не більше 140 г CO_2 на км).

Нові вимоги до екологічної та пожежної безпеки під час виробництва, транспортування, зберігання, транспортування та використання нафтопродуктів – сприяли появі на ринку великої кількості СУЛФ різного принципу дії. СУЛФ, що використовуються у нафтопродуктозабезпеченні, класифікують за:

- характером роботи;
- методом акумулювання ППС;
- методом видалення вуглеводнів.

За способом видалення вуглеводнів з ППС розрізняють адсорбційні, абсорбційні, компресійні, конденсаційні та комбіновані СУЛФ [16].

Нині в сорбційних СУЛФ здебільшого використовують вугільні адсорбенти різних марок. Рідше як адсорбент застосовують силікагель. Але у складі пари нафтопродуктів містяться полімеризуючі компоненти і силікагель, як і всі типи неорганічних адсорбентів, у процесі експлуатації втрачає активність у результаті відкладення вуглецевого осаду, до цього ж він має значну гідрофобність. Поглинання пари води значно знижує коефіцієнт корисної адсорбції.

Складність процесу десорбції пари автомобільного бензину з активованого вугілля та його енергоємність – основні причини високої вартості цих систем і перешкода для їх використання на АЗС. Ці недоліки використання СУЛФ спонукають до пошуку нових високоефективних типів адсорбентів для поглинання пари нафтопродуктів, що випаровується.

Що ж стосується компресійних СУЛФ, то коефіцієнт корисної дії (ККД) компресорів і тиск, що вони розвивають, досить високий – це підвищує пожежовибухонебезпечність цих систем. Разом з тим застосування поршневих компресорів потребує великих капітальних витрат, а гвинтові компресори не завжди мають достатню експлуатаційну надійність. Недоліком ежекторних систем є зменшення корисного об'єму резервуара. Крім того, у компресійних СУЛФ компримування пари призводить до підвищення її температури, що потребує обов'язкового охолодження пари для забезпечення конденсації вуглеводнів. А охолодження пари й створення її запасів для подальшого заповнення ГП потребують додаткових затрат. Гарантування безпечної роботи компресорів потребує попередження потрапляння повітря в ГП резервуарів, що також призводить до підвищення вартості цих систем. Наведені вище СУЛФ не завжди забезпечують необхідне зменшення викидів пари вуглеводнів у атмосферу. Тому часто пропонують поєднувати відразу декілька способів уловлювання пари [16–17].

Висновки

Проаналізувавши та порівнявши переваги й недоліки цих систем (таблиця), дійшли висновку, про найбільшу ефективність адсорбційних і компресійних СУЛФ для запобігання втратам вуглеводнів на АЗС, з чого випливає необхідність удосконалення, удосконалення та підвищення ефективності поглинання пари нафтопродуктів саме цих типів СУЛФ на АЗС.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойченко С.В., Черняк Л.М. Вибір засобу запобігання втратам палива від випаровування // Вісник нац. авіац. ун-ту. – 2004. – № 2. – С.111-114.
2. Черняк Л.М., Бойченко С.В., Федорович Л.А. Розрахунок складової втрат від випаровування нафтопродуктів в умовах їх зберігання // Вопр. хімії і хім. технології. – 2006. – № 1. – С.130-133.
3. *Взаимосвязь потерь от испарения и кондиционности бензина* / С.В. Бойченко, Л.Н. Черняк, Л.А. Федорович, С.В. Иванов // Экологические и ресурсосбережение. – 2006. – № 4. – С.8-11.
4. *Дослідження властивостей кремнієорганічного адсорбенту „Креосорб”* / С.В. Бойченко, Л.М. Черняк, О.В. Швець, Ж.В. Черненко // Доповіді НАН України. – 2007. – № 6. – С. 135–138.
5. Кулагин А.В. Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС: дис...канд. техн. наук: 25.00.19: Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ. – Уфа, 2003. – 163 с.
6. Бойченко С.В. Исследование потерь топлив от испарения и разработка рекомендаций по их предотвращению в условиях эксплуатации авиационной техники: дис-

...канд. техн. наук: 05.22.14. – К., 1996. – 224 с.

7. *Бойченко О.В.* Моніторинг природних втрат палив під при зберіганні та застосування сорбентів для їх зменшення: дис...канд. техн. наук: 05.17.07. – К., 2001. – 150 с.

8. *Бойченко С.В., Вдовенко С.В.* Основні джерела викидів летких органічних сполук і напрями їх запобігання на НПЗ // Нафтова і газова промисловість. – 2007. – № 5. – С.53-55.

9. *Бурлака Г.Г., Назарчук Л.М.* Рынок АЗС в Украине и за рубежом // Нефть и газ. – 2007. – № 1. – С.64-70.

10. *Шаммазов А.М., Коршак А.А., Кулагин А.В.* Расчет потерь бензинов от испарения из резервуаров типа РВС и РГС: учебн. пособ. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – 66 с.

11. *Кирилов Н., Можайский А.* Экономный Стирлинг // Современная АЗС. – 2004. – № 6. – С.48-51.

12. *Матусевич Г.Г., Степанов А.В.* Проблемы нефтеперерабатывающей промышленности Украины и пути их решения // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. – № 2. – С.3-6.

13. *Александров А., Архаров И., Емельянов В.* Обзор действующих систем улавливания паров нефтепродуктов // Современная АЗС. – 2005. – № 11. – С.72-75.

14. *Автозаправочные станции: Оборудование. Эксплуатация. Безопасность* / В.Г. Коваленко, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис. – СПб.: НПИКЦ, 2003. – 280 с.

15. *Ковалко М.П., Денисюк С.П.* Энергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.

16. *Коршак А.А.* Ресурсосберегающие методы при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. – 192 с.

17. *Коршак А.А.* Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения. – Уфа: ООО „ДизайнПолиграфСервис“, 2001. – 144 с.

Надійшла до редакції 29.11.2011