

УДК 621.642.34:665.753(045)

## СУЧАСНІ СПОСОБИ ТА ЗАСОБИ МІНІМІЗАЦІЇ ВИКИДІВ ВУГЛЕВОДНІВ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ БЕНЗИНІВ

С. В. Бойченко, д-р техн. наук, проф.; М. В. Яворська

Національний авіаційний університет

E-mail: marinajavrsra@rambler.ru

*Вивчено основні напрями та способи мінімізації викидів вуглеводнів під час зберігання бензинів. Також визначено взаємозв'язок між властивостями бензину і його випаровуваністю.*

**Ключові слова:** випаровування, бензини, вуглеводні, способи, мінімізація, напрями.

*Found the basic directions and ways to minimize emissions hydrocarbon during storage of gasoline. Also defined correlation between the properties of gasoline for the evaporation.*

**Keywords:** evaporation, gasoline, hydrocarbon, directions, minimize, ways.

### Вступ

Сучасна складна екологоенергетична ситуація країни спонукає до енергозбереження та раціонального використання природних ресурсів. Одним із перспективних напрямів енергоресурсозбереження, енергоощадності є усунення втрат нафтопродуктів під час їх зберігання.

Відповідно до розрахунків російських учених лише АЗС викидають в атмосферу протягом року понад 140 тис. т пари вуглеводнів, АЗС Німеччини — близько 145 тис. т, Англії — 120 тис. т [41]. Безповоротні втрати нафти та нафтопродуктів в Україні становлять близько 182 тис. т [5].

На процес випаровування нафтопродуктів з резервуарів впливають різні фактори, а саме:

- температура навколишнього середовища;
- об'єм і тиск газового простору;
- площа контакту палива з газовим простором;
- атмосферний тиск.

«Залповий» викид легких вуглеводнів під час зливання бензину становить 0,3–0,6 % від його маси, під час зберігання (малого «дихання») випаровування — 0,1–0,4 % від загальною об'єму зберігання; середній вміст пари бензину в пароповітряній суміші (ППС) становить 1–2 кг/м<sup>3</sup> [2]. Сьогодні 40 % нафти виливається у море під час аварій танкерів, 27 % — перекачування по нафтопродуктопроводах, 16 % — під час зберігання [2]. Значна частина цих втрат — це втрати від випаровування під час виконання різних технологічних операцій, зокрема, зберігання і транспортування.

Світові статистичні дані свідчать про те, що загальні втрати нафти та нафтопродуктів від випаровування коливаються у межах 0,5–4,7 % від загального об'єму переробленої сировини, тоді як в Україні вони суттєво більші й становлять 3–7 %. Пояснити це можна кризою теорії та методів енергоощадності.

Нагальною потребою сьогодні є комплексне впровадження у практику нових методів економії моторних палив та нового енергоощадного обладнання, оснований на запобіганні втратам від випаровування під час зберігання і транспортування.

Таким чином, мінімізація втрат бензинів у процесах зберігання є **актуальною науково-прикладною проблемою**. Розв'язання цієї проблеми сприятиме створенню необхідних і достатніх умов для підвищення ефективності використання нафтових джерел енергії для транспортних засобів, функціонування транспорту, підприємств нафтопродуктозабезпечення та енергетичної галузі в цілому, а також зниження техногенного впливу на довкілля.

### Постановка завдання

**Мета** даної публікації — визначення методів та принципів, за якими в подальшому можна здійснити захист атмосферного повітря від вуглеводнів, що випаровуються під час зберігання бензинів.

**Об'єкт** дослідження — випаровуваність бензинів.

**Предмет** — способи і засоби мінімізації втрат бензинів від випаровування.

Виходячи з актуальності даної проблеми, виділено такі завдання для виконання дослідження:

- розглянути основні чинники, що впливають на випаровування бензинів;
- охарактеризувати зміну стану бензинів після випаровування;
- проаналізувати методи за якими проводиться захист бензинів від випаровування.

### Розв'язання завдання

В останнє десятиріччя досить інтенсивно вивчалась проблема втрат бензинів від випаровування, адже 50 % моторних палив, що споживаються, складають автомобільні бензини, що

досить загострює екологічну ситуацію, пов'язану з постійним зростанням кількості автомобілів [7]. Усе це стало причиною посилення європейських вимог як до якості палива, використовуваного автомобільним транспортом, так і щодо норм викидів забруднюючих речовин в атмосферу [7].

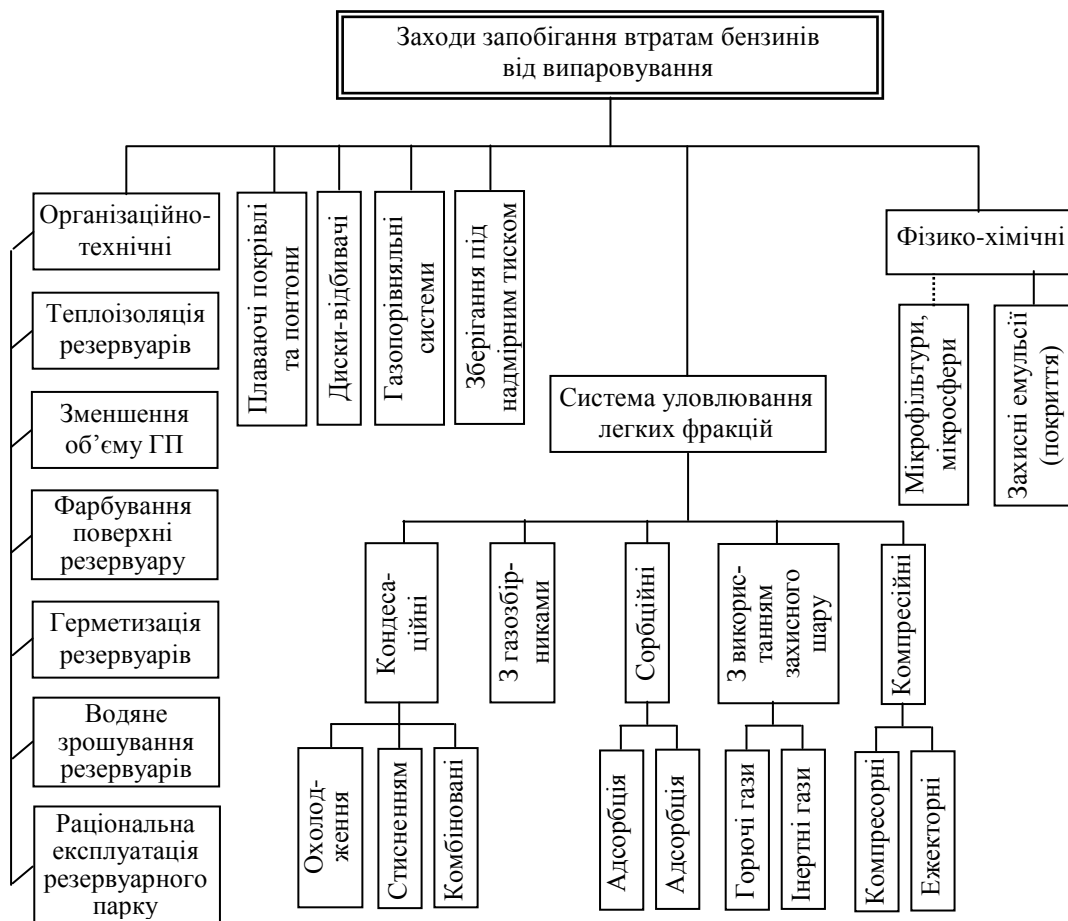
Схильність бензинів до випаровування зумовлена вмістом низькокиплячих фракцій та характеризується тиском насиченої пари, що у свою чергу, зумовлює кінетику випаровування [8]. Для товарних моторних палив (у тому числі бензини), що являють собою суміш вуглеводнів, тиск насиченої пари залежить від їх складу і тиску пари всіх складових вуглеводнів [14].

Одним із показників випаровуваності є фракційний склад, але він не дає можливості об'єктивно оцінювати випаровуваність бензинів. Так, температура початку кипіння нормується вимогами стандартів «не нижче», хbv спричинює широке тлумачення цього показника. Наприклад, з температурою початку кипіння 50 °C буде вва-

жатись таким, що відповідає вимогам стандарту, проте випаровуваність його буде недостатньою для запуску двигуна, особливо за низьких температур [9].

Виходячи з прямо пропорційної залежності втрат нафтопродуктів від випаровування, введено [15] емпіричні залежності, що дають змогу визначити тиск насичених парів для конкретної температури і відношення фаз за паспортною характеристикою нафтопродукту — тиск насичених парів за температури 37,8 °C і відношення фаз 4:1.

Нами вивчено технологічні засоби і методи для зменшення випаровування вуглеводнів. Для досягнення поставленої мети було проаналізовано дані з літературних джерел щодо залежності якості бензину від випаровування та проведено ряд досліджень з метою виявлення характеру такого взаємозв'язку. Сучасні заходи запобігання втратам бензинів від випаровування показано на рисунку.



Сучасні заходи запобігання втратам бензинів від випаровування

Для зниження випаровування нафтопродуктів у резервуарах зі стаціонарними покрівлями встановлюють внутрішні плаваючі покрівлі (понтони).

Перевагою використання понтонів є можливість їх встановлення у резервуарах зі стаціонарною покрівлею без реконструкції та значних капіталовкладень. Однак резервуар з понтоном може становити підвищену небезпеку створення горючої суміші у газовому просторі між понтоном та стаціонарною покрівлею. Наприклад, під час зберігання бензину у резервуарі зі стаціонарною покрівлею без понтону концентрації парів бензину завжди вище верхньої межі займання і внаслідок цього негорючі суміші у просторі між понтоном та стаціонарною покрівлею значно менші, і концентрації парів знаходяться в зоні займання [4].

Для зменшення випаровування бензинів велике значення мають добре налагодження дихальних та запобіжних клапанів і герметичність покрівлі резервуарів.

Нанесення на зовнішню поверхню сталевих наземних резервуарів тепло- та променевіддзеркалювальних покриттів ефективно впливає на зниження втрат під час зберігання нафтопродуктів. Зниження інтенсивності сонячної радіації приводить до зменшення амплітуди температурних коливань газового простору резервуара і поверхні нафтопродукту.

Під час застосування установки уловлювання та регенерації бензину віддувається зменшення втрат вуглеводнів. Він є ефективним, але менш поширеним способом зниження забруднення повітряного басейну парами нафтопродуктів. Уловлювання парів нафтопродуктів здійснюється шляхом зниження температури газового простору.

Зниження втрат у процесі «малих та великих дихань» досягається використанням «адсорбційно-десорбційної установки». Під час застосування установки уловлювання легких фракцій (УЛФ) необхідно додаткове переобладнання резервуарів, улаштування спеціальної установки, обв'язки.

Одним з найбільш перспективних напрямів розвитку засобів уловлювання вуглеводних пар є застосування компресійних систем уловлювання легких фракцій з використанням рідинно-газових струменевих апаратів (струменево-компресорних установок) [6; 7]. У таких системах стиснення пароповітряної суміші відбувається за рахунок енергії високошвидкісних струменів робочого середовища, що знаходиться в різних агрегатних станах (рідина, двофазна газорідина суміш). У цих установках для уловлювання парів легких

фракцій як робоче середовище можна використовувати нафтопродукт, що надходить у резервуар, а потім подавати уловлені пари безпосередньо в нафтопродукт. При цьому схема стає замкнутою.

Струйно-компресорні установки (СКУ) для уловлювання легких фракцій забезпечують високий ступінь скорочення втрат, мають малу металомісткість і капіталоемність, прості і надійні в експлуатації. Робота струминного апарата (ежектора) стійка при значних коливаннях параметрів і фракційного складу відсмоктування газу [1].

Відповідно до типової методики для визначення економічної ефективності впровадження нової техніки як базові для порівняння беруться показники кращої впровадженої (або розробленої у проектах) вітчизняної та зарубіжної техніки.

Модернізуючи резервуари для зберігання бензинів, що експлуатуються, різні варіанти впровадження засобів зменшення втрат треба порівнювати з немодернізованими. При цьому економія на зниженні собівартості зберігання за рахунок зменшення втрат порівняно з немодернізованим резервуаром виявляється реальною.

Спираючись на розрахунки економічних показників та коефіцієнта критерію вибору засобу, зменшення втрат бензинів від випаровування дає змогу вдало вибрати спосіб зменшення втрат від випаровування для певного типу резервуара.

Розрахунки показали, що для резервуара об'ємом 1000 м<sup>3</sup> собівартість застосування алюмінієвого понтону становитиме 0,604. Порівняно із застосуванням металевих або синтетичного алюмінієвий найбільш ефективний та приблизно низька вартість. Також, слід зауважити, що плаваючі понтони порівняно з газопорівняльною системою є ефективнішими та якіснішими [16].

Крім того, випаровування буде зменшуватись із застосуванням таких заходів, як [12]:

- зменшення об'єму газового простору над пальним, тобто максимальне наповнення резервуарів до 95 %;
  - скорочення амплітуди коливання температури пароповітряної суміші резервуара;
  - збільшення надлишкового тиску при зберіганні нафтопродуктів (підвищення надлишкового тиску вище значення, на яке відрегульований клапан тиску);
  - застосування різних систем уловлювання пари нафтопродукту.
- Зокрема зменшення випаровування може бути досягнуто такими методами [11]:
- термоізоляцією в ґрунті або в наземних спорудженнях (30–60 %);
  - тепловідбиттям спеціальним фарбуванням (з використанням світлих фарб, 30–65 %);

- теплоізоляцією (напилювання піноуретану, 60–70 %);
- екрануванням охолодженою водою (улаштування на покрівлі водяного екрана — проточного або з періодичним поповненням ба-сейну з тонким шаром, 40–50 %);
- установленням диска-відбивача з діаметром, що перевищує діаметр патрубка «дихально-го» клапана приблизно в три рази, 30–40 %);
- застосуванням резервуарів з плаваючою покрівлею (залежить від ступеня герметизації зазору між понтоном та стінкою резервуара);
- застосуванням компресорного методу (енергоємний і не є раціональним);
- уловлюванням і рекуперацією пари рідких вуглеводнів (процес холодної рідинної абсорбції, 90 %);
- застосуванням технології вакуум-регенерованої вуглецевої адсорбції (98–99 %);
- застосуванням комплексної системи уловлювання та утилізації пари палива (до 100 %);
- застосуванням процесів сепарації, примусового видалення пари та конденсації (70–95 %);
- застосуванням еластичної трубчастої бензопроникної плівки для охолодження (85–98 %);
- застосуванням порожнистих скляних мікросфер, заповнених CO<sub>2</sub>, до складу яких входить «магнетит», що запобігає утворенню зазорів між стінкою резервуара і покриттям (58–85 %) тощо.

Але всі ці заходи не забезпечують повного унеможливлення процесу випаровування нафтопродуктів, і жоден з методів не можна вважати надійним, довготривалим, технологічним та екологічним. Тому є таким необхідним пошук найбільш ефективних та перспективних способів захисту оточуючого середовища від викидів пари нафтопродукту з резервуарів при їх тривалому зберіганні [13].

### Висновок

На основі опрацьованих літературних джерел визначено основні чинники, що впливають на випаровування вуглеводнів під час зберігання бензинів.

Випаровування палива призводить до збільшення в ньому концентрацій важких вуглеводнів, які при перевищенні допустимих концентрацій негативно впливають на якість і експлуатаційні властивості бензину. Тому запобігання втратам бензинів від випаровування не тільки важливе з погляду екологічної безпеки і ресурсозбереження, але й в аспекті підвищення надійності експлуатації техніки. Встановлено сучасні, перспективні способи мінімізації викидів вуглеводнів при зберіганні бензинів, а саме:

- зберігання бензинів у резервуарах, які здатні сприймати коливання тиску, що виникає внаслідок зміни температури газового простору;
- заповнення резервуарів переважно у нічний час (за найнижчої добової температури);
- переведення технологічних установок на «жорстоку» схему живлення (ліквідування проміжних резервуарів);
- встановлення додаткових повітряних конденсаторів для зниження температури бензинових фракцій, що відходять перед зливанням до резервуарів;
- фарбування резервуарів тепло- та проміне-віддзеркалювальною емаллю.

Для підвищення рівня забезпечення охорони навколишнього середовища необхідно використовувати резервуари, труби, обладнання в антикорозійному виконанні; організувати цілодобовий контроль за засобами автоматики, за роботою обладнання і показниками приладів.

Здійснювати санітарно-гігієнічне опробування і гідро-геохімічні спостереження, виконувати хімічний та бактеріологічний аналізи води у водозабірниках.

Також проведено порівняння та визначення більш якіснішого засобу захисту бензинів від випаровування.

Вирішення проблеми захисту навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами під час їх зберігання можливе тільки за умови широкого впровадження методів зниження випаровування нафтопродуктів, а також зберігання нафтопродуктів способами, які виключають виділення забруднювальних речовин до середовища, водоймищ та ґрунтових вод. Також визначено, що в період довгого зберігання бензинів відбувається зміна фізико-хімічних властивостей бензинів.

Для підвищення рівня забезпечення охорони навколишнього середовища необхідно використовувати резервуари, труби, обладнання з антикорозійним покриттям; організувати цілодобовий контроль за засобами автоматики, за роботою обладнання і показниками приладів. Здійснювати санітарно-гігієнічне та гідро-геохімічне спостереження, виконувати хімічний та бактеріологічний аналізи ґрунту.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Перспективні методи скорочення втрат нафтопродуктів від випаровування в резервуарах.* — М. : ЦНШТенефтехім. 1990 (Тем. огляд).
2. *Коршак А. А.* Системи уловлювання легких фракцій нафти і нафтопродуктів з резервуарів: навч. посіб. / А. А. Коршак, І. Г. Блінов, В. Ф. Новоселов. — Уфа: Уфім. нафт. інститут. 1991

3. *Транспорт та зберігання нафтопродуктів*// Науково-технічний інформаційний збірник. — М. : 1997. № 1.
4. *Кулагин А. В.* Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС: автореф. дис. канд. тех. наук. — Уфа, 2003. — 24 с.
5. *Матусевич Г. Г.* Проблемы нефтеперерабатывающей промышленности Украины и пути их решения // Экологические и ресурсосбережение / Г. Г. Матусевич, А. В. Степанов, В. Н. Николаенко. — 2005. — № 2. — С. 3–9.
6. *Земанков Ю. Д.* Резервуари для зберігання нафти і нафтопродуктов : курс лекцій / Ю. Д. Земанков, Н. А. Малюнін, Л. М. Маркова. — Тюмень : ТюмГНГУ, 1998.
7. *Гайванович В. І.* Хімотологія бензинів: навч. посіб. / В. І. Гайванович, П. І. Топільницький, В. М. Палюх. — Л. : Військовий інститут при Державному університеті «Львівська політехніка», 2000. — 157 с.
8. *Блінов І. Г.* Перспективні методи скорочення втрат нафтопродуктів від випаровування в резервуарах. — М. : ЦНПТЕНефтехім. 1990 (Тем. огляд) / І. Г. Блінов, В. В. Герасимов, А. А. Коршак, В. Ф. Новоселов.
9. *Бойченко С. В.* Рациональное використання вуглеводневих палив / С. В. Бойченко. — К. : НАУ, 2001. — 216 с.
10. *Кирилов Н. Г.* Улавливание легких фракций углеводородов при хранении нефтепродуктов / ИИЦ. Стилинг-технологии / Н. Г. Кирилов. — СПб., 2000. — 132 с.
11. *Рябов В. Д.* Химия нефти и газа / В. Д. Рябов. — М. : Техника, ТУМА ГРУПП, 2004. — 288 с.
12. *Коршак А. А.* Современные средства сокращения потерь бензина / А. А. Коршак. — Уфа : УНИ, 2001. — 280 с.
13. *Спаська О. А.* Зменшення випаровування вуглеводневих рідин плівкотвірними пінами // Вопр. хімії і хім. технології / О. А. Спаська, С. В. Іванов, С. В. Бойченко. — 2006. — № 1. — С. 119–123.
14. *Бойченко С. В.* Качественная оценка потерь нефтепродуктов от испарения // Транспорт и хранение нефтепродуктов / С. В. Бойченко, Л. М. Черняк, Л. А. Федорович, О. С. Титова. — 2007. — № 4. — С. 20–23.
15. *Бойченко С. В.* Проблема потерь топлив от испарения при эксплуатации авиатехники // Вісник КМУЦА / С. В. Бойченко. — 1999. — №1 (2). — С. 69–71.
16. *Бойченко С. В.* Вибір засобу запобігання втратам палив від випаровування //Вісник НАУ / С. В. Бойченко, Л. М. Черняк. — 2004. — № 2. — С. 111–114.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2012.