

# ПЕРЕРОБЛЕННЯ НАФТИ ТА ГАЗУ OIL AND GAS PROCESSING

## ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИЙ АНАЛІЗ ВТРАТ НАФТОПРОДУКТІВ. СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРІШЕННЯ

*Бойченко Сергій Валерійович, Калмикова Наталія Григорівна.*

*Національний авіаційний університет*

Проспект Любомира Гузара, 1, 03058, м. Київ, Україна

[chemmotology@ukr.net](mailto:chemmotology@ukr.net), [kalmykova82@ukr.net](mailto:kalmykova82@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0002-2489-4980 (Бойченко С. В.);

**ORCID:** 0000-0001-5553-5721 (Калмикова Н. Г.).

### Вступ.

Підвищення ефективності використання моторних палив на сьогодні є одним із найреальніших напрямів вирішення енергетичних і екологічних проблем водночас[1].

Сучасний стан ефективності використання ПЕР в Україні, внаслідок втрат нафтопродуктів не відповідає вимогам сучасного світу. Сьогодні 40 % нафти виливається у море під час аварій танкерів, 27 % – при перекачці по нафтопродуктопроводам, 16 % складають втрати при зберіганні[1].

**Таблиця 1. Сучасний стан ефективності використання ПЕР в Україні  
внаслідок втрат нафтопродуктів[2]**

№ з/п	Джерело втрат	Втрати у %
1.	Втрати нафти, що виливаються у море під час аварій танкерів	40%
2.	Втрати при перекачці по нафтопродуктопроводам	27%
3.	Втрати при зберіганні	16%

Значною частиною цих втрат є втрати від випаровування при проведенні різних технологічних операцій, а саме: транспортуванні, зберіганні, перекачуванні, застосуванні тощо. Світові статистичні дані вказують на те, що загальні втрати нафти та нафтопродуктів від випаровування коливаються у межах 0,5-1,7 % від загального об'єму переробленої сировини, тоді як в Україні їх величина суттєво більша і становить 3-7 % [2].

Так, за оцінками спеціалістів, лише через усунення втрат нафтопродуктів можна отримати до 20% усієї економії паливно-енергетичних ресурсів [3].

### Мета роботи і задачі дослідження.

**Метою роботи** є дослідження та аналіз сучасного стану технічних рішень, що можуть бути використані для зменшення втрат палив під час випаровування на об'єктах нафтопродуктозабезпечення. Надання практичних рекомендацій щодо вирішення науково-прикладної проблеми згідно аналізу існуючих засобів запобігання.

**Завданням дослідження** є вивчення і виявлення закономірності процесу випаровування бензинів, джерел втрат, причин, факторів, що впливають на величину втрат, що у

свою чергу дозволить встановити взаємозв'язки та взаємозалежності даного процесу, з метою вибору та визначення існуючих на сьогодні технічних рішень запобігання втрат від випаровування.

**Об'єктом дослідження** є процес випаровування бензинів під час зберігання в резервуарному парку.

**Предметом дослідження** є взаємозв'язок та взаємозалежність процесу випаровування від джерел, причин, факторів, що найбільше впливають на величину втрат. Обґрунтування найбільш ефективного засобу запобігання втратам в залежності від чинників впливу.

#### **Аналіз літературних публікацій.**

Для підприємств нафтопродуктозабезпечення важливою проблемою є облік втрат нафтопродуктів. Якщо процеси обліку нафтопродуктів не налагоджено, велика ймовірність фінансових втрат через невизначеність кількості нафтопродукту, що перекачується або зберігається, відсутності реальних залишків і, як результат, неможливість зведення масового балансу підприємства [4].

Аналіз літературних джерел [5, 6] дозволив зробити висновок, що розраховувати кількісну оцінку втрат нафтопродукту можна двома способами: дослідним та розрахунковим за вітчизняною та зарубіжною методиками. Існують методики для розрахунку втрат вуглеводнів від випаровування при зберіганні, які були запропоновані такими авторами як Н. Н. Константинов, В. І. Черникін, Ф. Ф. Абузова. Ці методики не пристосовані до практичного використання, так як перевантажені зайвою інформацією, і, що головне, не мають статусу офіційних нормативних документів. Також є зарубіжний досвід методики визначення втрат нафтопродуктів із резервуарів при зберіганні [5].

В цілому розглянуті методики однаково інтерпретують процес втрати нафтопродукту від випаровування із резервуару, але в підходах спостерігаються суттєві відмінності, що виражається, насамперед, у вихідних даних, їх кількості, ступеня детальності опрацювання, точності визначення. Зокрема, в російській методиці потрібна, надмірно велика кількість вихідних даних, міститься багато формул, але не всі з них є коректними і дійсно робочими, відсутня покрокова інструкція виконання розрахунку. Що стосується американської методики, то за ступенем деталізації, чіткості і ясності викладення їй можна було б віддати перевагу, якби не та обставина, що дані, які знаходяться в методиці застосовні у США і не завжди є можливість провести аналогію для отримання даних застосовних в нашій країні.[4].

#### **Основна частина.**

Втрати від випаровування при їх зберіганні становлять основну частку втрат і є головною складовою частиною загального балансу втрат [5].

Походження цього виду втрат є наслідком недосконалості і несправності технологічного устаткування для збереження і використання нафтопродуктів, особливо автомобільних і авіаційних бензинів, а також застосуванням застарілої нормативної бази щодо природних втрат при різних технологічних і складських операціях з ними. Ці втрати регламентовані і визначаються відповідно до нормативного документа «Норми природних втрат нафтопродуктів» [3].

Втрати вуглеводневих палив від випаровування в умовах їх зберігання обумовлюються властивістю нафти і нафтопродуктів випаровуватися з відкритої поверхні. При цьому основним джерелом втрат від випаровування є “дихальна” арматура резервуарів[7].

Підвищення європейських вимог до якості палива в експлуатації та до норм викидів парів в атмосферу спричинили актуальність проблем втрат нафтопродуктів від випаровування. Це обумовлюється трьома найважливішими аспектами:

Втрати від випаровування призводять до погіршення експлуатаційних властивостей нафтопродуктів, таких як: пускових та антидетонаційних, що у свою чергу призводить до обмеження технічного ресурсу двигунів транспортних засобів [8].

2. Втрати від випаровування призводять до збитків з економічної точки зору [9].

Однак, витрати на боротьбу із забрудненням значно менші, ніж економічні збитки від забруднення. Такий напрямок планування та розвитку еколого-економічної політики сучасних підприємств та держави виявляється досить доцільним та актуальним [9].

3. Екологічна складова проблеми втрат від випаровування: нафта та нафтопродукти є найпоширенішими забруднювачами навколишнього середовища. До екологічних аспектів слід віднести і пожежну небезпеку, що виникає при транспортуванні та використанні нафтопродуктів [8].

Загальна кількість втрат нафтопродуктів від випаровування сягає 10%. Це складає мільйони тонн і завдає великого економічного збитку народному господарству. Втрати легких фракцій призводять до погіршення якості палива, що зменшує термін служби і надійність роботи двигунів [10].

Втрати через випаровування нафтопродуктів належать до якісно-кількісних, внаслідок яких погіршується їх якість і втрачається кількість. Втрати від випаровування є головною складовою частиною загального балансу втрат[5].

Транспортний сектор найбільше використовує, як моторне паливо саме бензини, що мають у своєму складі фракції, що найбільш легко випаровуються, тому втрати від випаровування бензинів, є найбільш значущими.

Втрати нафтопродуктів під час технологічних операцій спостерігаються внаслідок викидів пари палив при великих та малих «диханнях», вентиляції газового простору, неякісного стану ущільнень технологічного обладнання, порушення правил зливу – наливу палив, недотримання строків регламентних робіт резервуарного парку (корозія резервуарної поверхні, «відпотіння», дефекти зварювальних швів тощо). У резервуарних парках втрати від випаровування(природні втрати) досягають 75% всіх втрат нафтопродуктів.

Об'єм втрат нафтопродуктів при зберіганні в резервуарних парках при недостатній герметизації резервуарної пркрівлі та високій оборотності резервуарів подано в табл.2.[4]

**Таблиця 2. Втрати нафтопродуктів при зберіганні в резервуарних парках**

Джерела втрат	Об'єм втрат, %	Причина втрат
Вентиляція газового простору	60-65	Порушення вимог герметизації резервуарів (особливо покрівель)
«Великі дихання»	32-34	Висока оборотність резервуарів
«малі дихання»	3-6	Добові температурні коливання

Фактори, що впливають на величину втрат[1, 2, 4, 8, 11].

Розглянемо фактори, що найбільш впливають на величину втрат від випаровування:

- температура навколишнього середовища
- тиск насичених парів нафтопродукту
- швидкість вітру
- температурний режим резервуару
- тип резервуару
- нафтопродукт, який зберігається (бензини мають у своєму складі найбільшу кількість легких вуглеводнів).
- колір фарби резервуару

- об'єм резервуару
- оборотність резервуару
- ефект місцязнаходження
- кровельна арматура
- справність дихальних клапанів
- наявність чи відсутність засобів попередження втратам.

Сучасний стан та вирішення науково-прикладної проблеми.

Сучасний стан використання засобів та способів зменшення втрат вуглеводнів на об'єктах нафтопродуктозабезпечення не задовольняє головну задачу в ресурсо- та енергозбереженні нафтопродуктів. Цьому є свої причини, а саме:

Позитивний економічний ефект від використання засобів для попередження втрат від випаровування досягається тільки в тому випадку, якщо витрати на попередження втрат 1 тони нафтопродукту менші, ніж загальна вартість 1 тони нафтопродукту.

Крім того, ситуація ускладнюється тим, що навіть морально и технічно застарілі технології використовуються нераціонально. Передові технічні розробки, як правило, орієнтовані на великі капіталовкладення, або в кращому випадку носять локальний характер.

Використання понтонів, плаваючих дахів, СУЛФ та інших способів не дозволяє успішно вловлювати легкі фракції, а тільки попереджає втрати незначної кількості вуглеводнів.

Таким чином, при стрімкому здорожчанні нафти та нафтопродуктів, а також з прийняттям більш сурових екологічних норм науково-прикладна проблема втрат вуглеводневої сировини і товарної продукції набуває все більш гостре значення.

Без підтримки держави проблему втрат глобального комплексного значення не вирішити. А зменшення втрат дозволить підтримувати економіці держави високу прибутковість вуглеводнів навіть без проведення заходів по збільшенню видобутку і переробки нафти.

Обирати засоби попередження втрат необхідно конкретно для кожного резервуару. Для визначення ефективності використання засобів скорочення втрат, необхідно провести порівняння кількості нафтопродукту, що випарився з резервуару без встановлених засобів скорочення втрат з подібною величиною в резервуарах, на яких встановлені засоби скорочення втрат.

Різні технічні рішення можуть бути використані для зменшення втрат при випаровуванні [11, 12, 13, 14, 15, 16], їх обирають згідно техніко-економічних розрахунків з урахуванням метеорологічних та виробничих умов і умовно можна поділити на такі групи, зокрема:

1. Скорочення обсягу газового простору резервуару [12].
2. Зберігання під надлишковим тиском [11].
3. Зменшення амплітуди коливання температури газового простору [11, 13, 14].
4. Вловлювання парів нафтопродуктів, що витискаються із резервуарів [11, 13, 15].
5. Зниження тиску насичених парів додаванням в паливо поверхнево-активної присадки (ПАВ) на основі похідних синтетичних жирних кислот [16].
6. Організаційно-технічні заходи [13].

Висновки.

Аналіз літературних даних показав, що джерелами втрат є втрати нафтопродуктів, що відбуваються під час технологічних операцій і спостерігаються внаслідок викидів пари палив при великих та малих «диханнях», вентиляції газового простору, неякісного стану ущільнень технологічного обладнання, порушення правил зливу – наливу палив,

недотримання строків регламентних робіт резервуарного парку (корозія резервуарної поверхні, «відпотіння», дефекти зварювальних швів тощо). У резервуарних парках втрати від випаровування (природні втрати) досягають 75% всіх втрат нафтопродуктів.

Наслідками втрат вуглеводнів від випаровування нафтопродуктів є забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, що ставить під загрозу екологічну рівновагу та здоров'я людини, завдає матеріального збитку та значно скорочується технічний ресурс двигуна транспортного засобу.

Аналізуючи літературні джерела щодо визначення найефективнішого способу та методу запобігання втратам нафтопродуктів, можемо зробити висновок, що для підприємств нафтопродуктозабезпечення, з метою мінімізації втрат від випаровування важливою задачею є ефективне поєднання обліку втрат нафтопродуктів (кількісна оцінка) з організаційно-технічними засобами попередження, наведеними вище. Поєднання цих двох напрямів надасть найефективніший результат щодо запобігання втратам нафтопродуктів, що у свою чергу найкраще буде сприяти економії палива, ресурсо- та енергозбереженню, мінімізації забруднення навколишнього середовища та негативного впливу на здоров'я населення.

### Література.

- [1] Бойченко С. В. «Раціональне використання вуглеводневих палив». Київ 2001.
- [2] Бойченко С. В., Кучма Н. М., Єфименко В. В., Тітова О. С., Черняк Л. М. Хімотологія: Навч.-метод. посібник.
- [3] Ковалко М. П., Денисюк С. П., Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. – К.: УЕЗ, 1998. – 506с.
- [4] Зоря Е. И., Орехова И. В., Черезова А. С. «Сравнительный анализ методик расчёта потерь лёгких фракций углеводородов из резервуаров хранения». Промышленный сервис №3. 2017.
- [5] Emission Factor Documentation for AP42, Organic liquid storage tanks, September 2006.
- [6] API Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 19.4/ Recommended Practice for Speciation of Evaporative Losses, Second Edition, September, 2005.
- [7] Бойченко О. В. «Моніторинг природних втрат палив при зберіганні та застосування сорбентів для їх зменшення» Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Київ 2001. НАУ.
- [8] Гуреев А. А., Фукс И. Г., Лашхи В. Л. «Химмотология». 1986. Издательство «Химия».
- [9] Матвеева О. Л. «Еколого-економічна оцінка діяльності підприємств авіапаливозабезпечення». Вісник НАУ 2001 №3.
- [10] Дорошенко Ю. І. Люта Н. В. «Огляд сучасних методик розрахунку втрат нафтопродуктів від випаровування за умов зберігання у наземних резервуарах». Нафтогазова інженерія. Науковий вісник ІФНТУНГ. 20012.)
- [11] Бойченко С. В., Федорович Л. А., Черняк Л. Н., Вдовенко С. В., Кальницкая Ю. А. «Потери углеводородов в ходе технологических процессов переработки, транспортировки, хранения и заправки». Журнал «Нефть и газ», №3 – 2006, стр. 90-94.
- [12] Константинов К. В. «Модернизация дихательного клапана РВС-500 для сокращения потерь нефти ГНПС «Тайшет». Красноярск. 2017. Бакалаврская работа. Институт нефти и газа.
- [13] К. В. Константинов «Модернизация дихательного клапана РВС-500 для сокращения потерь нефти ГНПС «Тайшет». Красноярск. 2017. Бакалаврская работа. Институт нефти и газа.
- [14] Andisheh Tavakoli, Mohamadreza Baktash “Numerical Analysis for Effect of Envelop Color of oil Tank Storage with Floating Roof”. International Journal of Modern Engineering Research (IJMER). 2012.
- [15] Iegor Butavsky, Volodymyr kogut, Volodymyr Bushmanov, Mykhailo Khmelniuk, “Energy Efficiency of Refrigerating Ejector Systems for the Condensation of Oil products Liquid Hydrocarbons”. 2017. Energy Engineering and control systems.
- [16] E. Magaril “Reducing gasoline loss from evaporation by the introduction of a Surface-active fuel additive” WIT Transactions on The ,Built Environment, Vol 146, 2015 WIT Press, [www.witpress.com/issn1743-3509](http://www.witpress.com/issn1743-3509)