

УДК 665.733(045)

### АНАЛІЗ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ВТРАТ БЕНЗИНІВ ІЗ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРІВ УНАСЛІДОК ВИПАРОВУВАННЯ

*Н. А. Чернобаєва, С. В. Бойченко*, д-р техн. наук, проф.;

*О. І. Лазорко*, канд. техн. наук

Національний авіаційний університет

chernobaeva\_nina@mail.ru

*Розглянуто існуючі на сьогодні методики розрахунку втрат бензинів унаслідок випаровування. Проаналізовано основні недоліки та переваги наведених методик прогнозування та розрахунку втрат бензинів від випаровування.*

**Ключові слова:** бензин, випаровування, резервуари горизонтальні сталеві, втрати.

*The current at the moment the methodology of calculation of losses of petrol as a result of evaporation. The main advantages and disadvantages of the methods of forecasting and calculation of losses of petrol from evaporation.*

**Keywords:** petrol, evaporation, horizontal steel tanks, losses.

#### Постановка проблеми

Під час організації економії бензинів передбачається всебічне вивчення, а потім зниження та наступне усунення різного роду втрат легких вуглеводнів на усіх стадіях їх доставки до споживача [1].

Негативний вплив, спричинений втратами від випаровування, полягає не тільки у зменшенні паливних ресурсів та, як наслідок, вартості продуктів, що втрачаються, але й в негативних екологічних впливах на навколишнє середовище. У зв'язку з цим зменшення втрат бензинів від випаровування важливе не тільки з погляду економічного ефекту, але й також для забезпечення охорони природи [2; 3]. Нафта та продукти її переробки можуть негативно впливати на повітря, воду, ґрунт, рослинний та тваринний світ і людину [4].

Таким чином, розробка сучасних методів розрахунку, прогнозування та зменшення викидів пари легких вуглеводнів у повітря на основі перспективних методів моніторингу та управління технологічними процесами в умовах експлуатації є актуальною проблемою.

#### Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження виступає схильність бензинів до випаровування у різних експлуата-

ційних умовах. Предметом дослідження є методики розрахунку втрат бензинів від випаровування. Гіпотезою, висунутою авторами, є те, що величина втрат легких вуглеводнів із резервуарів залежить від комплексу чинників, які впливають на бензин та резервуар. Найзначущими, за літературними даними, є хімічний склад бензинів та температурний режим резервуарів. На сьогодні актуальним завданням є встановлення взаємозв'язку між діючими у процесі випаровування легких вуглеводнів з бензинів під час технологічних операцій чинниками.

Бензин є багатокомпонентною рідиною, що легко випаровується, тому його зберігання та транспортування пов'язане з випаровуванням легких вуглеводнів з резервуарів та транспортних цистерн [5]. У результаті втрат від випаровування у бензину змінюються його фізичні показники: збільшується густина, стає більш важким фракційний склад, знижується октанове число [4; 6; 7].

Зберігання бензинів, що тісно пов'язане з операціями приймання, відпуску та перекачування, супроводжується втратами, які можна умовно поділити на природні, експлуатаційні, організаційні та аварійні. Випаровування належить до природних втрат [16]. Цей вид втрат за-

лежить від температурного режиму, атмосферного тиску, розмірів технологічних отворів резервуарів, технічного стану ємностей, умов перекачування, зберігання, транспортування та видачі, наявності чи відсутності засобів зменшення втрат.

Особливу увагу потрібно приділити горизонтальним сталевим резервуарам, які використовуються на АЗС, під час транспортування та зберігання бензинів малими партіями. Їх часте використання та викидання, пов'язане з подрібненням потоків нафтопродукту та збільшенням точок викидів, загострює актуальність проблеми.

Із даних наведених у праці [8], можна визначити, що питома величина втрат від «великих дихань» збільшується разом із зменшенням вмісту резервуара. Питомі середні втрати становлять  $1,42 \text{ кг/м}^3$  у середній кліматичній зоні. Ці дані можуть відрізнитися залежно від марки досліджуваного бензину, умов зберігання та кліматичної зони, де проводилися дослідження. Велику роль відіграють методи, що використовувалися для визначення об'єму пароповітряної суміші та концентрації вуглеводнів у ППС, чинники, що враховувалися під час розрахунку та ступінь їх впливу. Отже, дані про величину втрат, які можуть бути розраховані за критеріальними рівняннями, досить різні та неоднозначні.

#### **Визначення втрат нафтопродукту на практиці**

У праці [15] обґрунтовано методику, що комплексно поєднує в собі рефрактометричний, графічний та аналітичний методи. Вона заснована на побудові графічних залежностей між втратами від випаровування та зміною показника заломлення для різних марок бензинів. Ця методика достатньо проста для прогнозування величини втрат бензинів від випаровування, але ГГ потрібно коригувати та актуалізувати для хімічного складу сучасних бензинів. Також немає даних для бензинів зі вмістом оксигенатів.

Методики визначення технологічних втрат нафти на підприємствах нафтових компаній Російської Федерації, описані у праці [17], досить прості у використанні. Вони дають змогу у кожному конкретному випадку визначити величину втрат, засновані на визначенні параметрів ППС або схильності нафтопродукту до випаровування, але жодна з них не враховує конструкцію резервуару.

У праці [18] розглянуто методи визначення норм викидів легких вуглеводнів з резервуарних ємностей. За цією методикою можна визначити лише втрати за конкретний період часу але не можна спрогнозувати ці втрати. Також усеред-

нення даних за великий проміжок часу не дає достовірного результату.

В Україні визначення втрат нафтопродукту регламентується згідно з документом [19]. Відповідно до нього визначаються загальні втрати нафтопродуктів, що складаються з природних втрат при зберіганні, прийманні, відпусканні, транспортуванні. Також до загальних втрат включено разові втрати при аваріях, ремонтах та ін. Природні втрати визначаються як різниця між загальними та разовими втратами. Величина природних втрат зрівнюється з нормами природних втрат, що визначені у праці [20]. Норми природних втрат можуть використовуватися лише у випадку визначення фактичних втрат.

Усі ці методи мають на меті фактичне визначення величини втрат. Вони не дають можливості спрогнозувати величину втрат від випаровування та оцінити ті чинники, які найбільше впливають на процес випаровування. Дані, що в них використовуються для розрахунку, давно не актуалізувалися та не враховують того, що на сьогодні у складі бензину збільшилася частка легких вуглеводнів унаслідок широкого розповсюдження каталітичних процесів переробки нафти. Випаровуваність біопалив та палив зі вмістом оксигенатів [20] ніяк не регламентується, а нині це є актуальним через збільшення їх використання.

#### **Огляд основних методик розрахунку та прогнозування втрат бензинів від випаровування**

Методика розрахунку значень величини втрат бензинів із резервуарів може бути використана лише у випадку апробації на похідному матеріалі, наявному в результаті задовільного збігу розрахункових та фактичних значень [1].

У праці [9] А. Д. Прохоров ґрунтовно дослідив цю проблему. Він проводив заміри полів концентрацій бензинів у ГП резервуару по вертикальній та горизонтальній площині. У результаті проведених дослідів було встановлено, що розподіл концентрацій по довжині ГП можна вважати сталим.

Для визначення значення середньої температури пароповітряної суміші у ГП резервуару необхідно мати такі дані: температура залишку бензину у резервуарі, середня температура повітря, об'єм ГП та нафтопродукту, а також концентрації насиченої пари бензину та концентрації бензинової пари у пароповітряній суміші, яка витискається. Якщо середню (за добу) температуру повітря за місяцями року можливо знайти у кліматологічних довідниках, то інші параметри необхідно розраховувати та отримувати в результаті безпосередніх замірів.

При розрахунку значень концентрації насичених парів бензину та втрат бензину від випаровування необхідно знати температуру поверхні бензину в резервуарі. У результаті проведених досліджень насичення ГП резервуару паром бензину А. Д. Прохоровим було встановлено, що під час видачі бензину з резервуару розподіл концентрацій пари бензину за висотою ГП може бути описаний рівнянням прямої лінії виду:

$$\frac{c}{c_s} = a + b \frac{z}{H},$$

де  $a$  та  $b$  — коефіцієнти, знайдені шляхом обробки експериментальних даних;  $c/c_s$  — поточне значення відносної об'ємної концентрації пари бензину у пароповітряній суміші;  $z$  — координата рівня у ГП, який відраховується від верхнього резервуару в напрямку до поверхні бензину, м;  $H$  — висота газового простору резервуару, яка відповідає витисненому об'єму пароповітряної суміші при заповненні резервуару.

Під час визначення концентрації пари бензину в суміші не враховувався час насичення ГП резервуару паром бензину, бо резервуари, на яких проводились досліди, не були повністю герметичними, на них не встановлювались газові лічильники для виміру витисненої пароповітряної суміші. А. Д. Прохоров прирівнював об'єм витисненої пароповітряної суміші об'єму, але це неправильно. Для знаходження концентрації вуглеводнів, що виходять через дихальний клапан, необхідно знати температуру ГП, яка, у свою чергу, при визначенні потребує концентрації вуглеводнів та концентрації насиченої пари [1]. Основним недоліком цієї методики є те, що в ній використовуються дані безпосередніх замірів.

Ф. Ф. Абузова та В. І. Чернікін описали процес насичення ГП паром бензину й розподіл концентрацій вуглеводнів у ГП підземного резервуару, проведений розрахунок втрат бензинів від випаровування.

Ця методика розрахунку втрат від випаровування враховує особливості насичення ГП підземних резервуарів паром бензину. Але вона дуже складна. Також вона була розроблена для ЗБР та не перевірялася можливість її використання для РГС усіх типів.

Гізатов М. А. адаптував методику Абузової Ф. Ф. і Чернікіна В. І. для використання на РГС, які використовуються на АЗС [1; 10]. Графіки, отримані М. А. Гізатовим, ілюструють розподіл концентрацій пари бензину за висотою ГП РГС. Вони були оброблені з метою визначення ступеня параболічної кривої розподілу концентрації під час проведення технологічних операцій [1].

Отримано такі дані значення показника ступеня кривої розподілу концентрацій:

- під час зберігання бензину, простоювання та спустошення резервуара в усі пори року  $n = 1,3$ ;
- під час заповнення резервуара осінню та зимою  $n = 0,9$ ;
- під час заповнення резервуара весною та літом  $n = 1,5$ .

Розрахункові залежності для визначення втрат бензину від випаровування з підземних РГС АЗС з урахуванням особливостей їх експлуатації та уповільненості процесів насичення ГП паром бензину були отримані М. А. Гізатовим за методом Абузової Ф. Ф. і Чернікіна В. І. за характерними показниками кривих розподілу концентрацій пари бензину в ГП РГС. М. А. Гізатов втрапи від «великого дихання» запропонував розраховувати за формулою, наведеною у праці [1]. Ця формула отримана за умови, що втрати нафтопродукту здебільшого протікають за рахунок молекулярної дифузії пари продукту по напрямку від поверхні продукту до даху, тобто заповнення резервуара відбувається під рівень нафтопродукту (закритим струменем), а турбулізація поверхні продукту у процесі заповнення та спустошення резервуару не порушила характеру розподілу концентрацій. Результати експериментів показали, що концентрація пари бензину в пароповітряній суміші після закачування, простоюванні з мертвим залишком, викачуванні та проміжному зберіганні розподіляються за характерними кривими насичення.

У РГС площа перетину «дзеркала» нафтопродукту змінна за висотою. Для розрахунку втрат бензинів М. А. Гізатов наводить параметри «дзеркала» до еквівалентного з постійним за висотою перетином.

Аналіз методики розрахунку втрат бензинів із підземних горизонтальних резервуарів типу РГС, що була розроблена М. А. Гізатовим, та результатів розрахунку за нею показав таке:

- її використання для розрахунку будь-яких втрат за операцію неможливе без знання даних про попередні операції;
- дана методика є складною для використання;
- під час описання процесу насичення ГП у випадках спустошення резервуару або його заповнення відкритим струменем автор використовує коефіцієнт ефективної дифузії, який характеризує турбулізацію ППС і поверхні випаровування, але у випадку заповнення закритим струменем він використовує коефіцієнт молекулярної дифузії, що не враховує турбулізацію рідини.

Однією з найновіших методик розрахунку втрат бензинів із заглиблених резервуарів є методика А. В. Кулагіна. За нею розрахунок втрат бензинів із заглиблених резервуарів за час  $\tau_b$  може бути виконаний за формулою:

$$G = \rho_y \int_0^{\tau_b} c_k Q_{\text{ППС}} d\tau,$$

де  $\rho_y$  — густина пари бензину за певних термодинамічних умов;  $c_k$  — концентрація вуглеводнів у ППС, що виходить у момент часу  $\tau$  через дихальний клапан з витратою  $Q_{\text{ППС}}$ .

Розрахунок величини  $Q_{\text{ППС}}$  ведеться за рівнянням стану ППС у ГП резервуару:

$$\frac{d}{d\tau}(PV) = \frac{d}{d\tau}(GRT),$$

де  $P, V, G, R, T$  — величини (тиск, об'єм, газова стала, температура ГП), що відповідають стану ППС у момент часу  $\tau$ .

Зміна маси ППС у ГП пов'язана з її витисканням у атмосферу та донасиченням при випаровуванні бензину:

$$\frac{dG}{d\tau} = I_3 F - \rho_{\text{ППС}} Q_{\text{ППС}},$$

де  $\rho_{\text{ППС}}, Q_{\text{ППС}}$  — густина та об'ємна витрата ППС, що витискається в атмосферу.

Враховуючи, що

$$\rho_{\text{ППС}} = \frac{P}{RT},$$

отримаємо

$$Q_{\text{ППС}} = Q_3 + \frac{I_3 F}{\rho_{\text{ППС}}}.$$

Таким чином миттєва витрата ППС, що витискається в атмосферу, перевищує витрату закачування на величину, що відповідає масі нафтопродукту, що випаровується в одиницю часу. Звідси миттєва величина коефіцієнта перевищення під час закачування:

$$k_{\text{ПЗ}} = \frac{Q_{\text{ППС}}}{Q_3} = 1 + \frac{I_3 F}{\rho_{\text{ППС}} Q_3}.$$

Середнє значення коефіцієнта перевищення за операцію закачування:

$$\bar{k}_{\text{ПЗ}} = \frac{1}{\tau_3} \int_0^{\tau_3} \left( 1 + \frac{I_3 F}{\rho_{\text{ППС}} Q_3} \right) d\tau.$$

З урахуванням того, що в розрахунках береться середнє значення повного потоку маси, густини ППС та витрати закачування, дістанемо:

$$\bar{k} = 1 + \frac{\bar{I}_3}{\tau_b \bar{\rho}_{\text{ППС}} Q_3} \int_0^{\tau_3} F d\tau.$$

Отже, одержуємо середнє значення витрати ППС, що витискається у повітря:

$$Q_{\text{ППС}} = \bar{k}_{\text{ПЗ}} Q_3.$$

Розподіл концентрацій  $\Phi$ .  $\Phi$ . Абузовою рекомендується описувати виразом:

$$c(y) = ay^n + b,$$

де  $a, b, n$  — емпіричні коефіцієнти.

Розрахунок середньої концентрації вуглеводнів у ГП підземній ємності ведеться через значення густини потоку маси бензину, що випаровується, для відповідної операції за методикою [11].

Концентрація вуглеводнів у його ГП знаходиться методом послідовних наближень за такою схемою:

1) задають середню за операцією концентрацію вуглеводнів у ГП;

2) розраховують кінематичну в'язкість ППС  $\nu$  та коефіцієнт дифузії пари нафтопродукту  $D_m$  за цієї концентрації та середньої температури процесу  $T$ ;

3) знаходять густину потоку маси  $I_3$  та загальну масу  $\Delta m$  нафтопродукту, що випарувався;

4) дістають масову  $\bar{c}$  та об'ємну концентрації вуглеводнів  $c$  у ГП до кінця технологічної операції, що розглядається.

Основним недоліком даної методики розрахунку втрат є велика похибка між фактичними втратами та розрахованими за цією методикою.

## Висновки

На підставі аналізу існуючих методик розрахунку втрат можна сформулювати висновок про необхідність розробки нової методики розрахунку втрат, яка буде враховувати особливості експлуатації та динаміку технологічних показників. Особливу увагу потрібно приділити втратам із наземних та напівпідземних резервуарів типу РГС, через те, що на сьогодні немає методики, яка б була розроблена спеціально для них. Ця методика повинна бути відносно простою у використанні, та не буде ґрунтуватися на параметрах, які отримуються в результаті безпосередніх вимірювань. Для цього необхідно, спираючись на дослідження режимів експлуатації, розробляти нові методики зменшення втрат легких вуглеводнів на основі оцінки та прогнозу втрат нафтопродуктів та розробки заходів зі зниження втрат. Цього можна досягти вдосконаленням методів аналізу та управління технологічними режимами експлуатації резервуарів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гиззатов М. А. Сокращение потерь бензинов от испарения на автозаправочных станциях нефтебаз. Дис. канд. техн. наук. — Уфа, 1987. — 244 с.

2. *Аренбристер В. В.* Технично-економический анализ потерь нефти и нефтепродуктов / В. В. Аренбристер. — М. : Химия, 1975. — 160 с.

3. *Глебов Н. В.* Безопасность при работе с нефтепродуктами / Н. В. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Колос, 1979. — 168 с.

4. *Коваленко В. П.* Средства заправки горючим автотракторной техники / В. П. Коваленко, В. Е. Турчанинов, А. Ф. Андриец // Обзор ЦНИИТЭнефтехим / Сер. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. — М. : 1986. — 68 с.

5. *Абузова Ф. Ф.* Исследование потерь от испарения нефти и нефтепродуктов и эффективности средств сокращения их в резервуарах. — дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук / Ф. Ф. Абузова. — Уфа, 1975. — 334 с.

6. *Перспективные методы сокращения потерь нефтепродуктов от испарения в резервуарах* / И. Г. Блинов, В. В. Герасимов, А. А. Коршак [и др.]. — М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1990. — 83 с.

7. *Яковлев В. С.* Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды / В. С. Яковлев. — М. : Химия, 1987. — 152 с.

8. *Абузова Ф. Ф.* Борьба с потерями нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф. Ф. Абузова, И. С. Бронштейн, В. Ф. Новоселов. — М. : Недра, 1981. — 248 с.

9. *Прохоров А. Д.* О расчете средней концентрации паров бензина в вытесняемой из резервуара паровоздушной смеси / А. Д. Прохоров // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, 1977. — № 4.

10. *Абузова Ф. Ф.* Методика расчета потерь от испарения автобензинов из подземных горизонтальных резервуаров АЗС / Ф. Ф. Абузова, М. А. Гиззатов // Уфим. нефт. ин-т. Уфа, 1986. — 32 с.

11. *Коршак А. А.* Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения / А. А. Коршак. — Уфа : ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. — 144 с.

12. *Кулагин А. В.* Разработка методик расчета и сокращения потерь бензина из резервуаров автозаправочных станций / А. В. Кулагин, А. А. Коршак // Проблемы нефтегазовой отрасли: материалы научно-методической конференции. — Уфа : Изд-во УГНТУ, 2000. — С. 196.

13. *Кулагин А. В.* К расчету потерь нефти и нефтепродуктов из подземных емкостей / А. В. Кулагин, А. А. Коршак // Трубопроводный транспорт нефти и газа: материалы Всероссийской научно-технической конференции. — Уфа : Изд-во УГНТУ, 2002. — С. 125–128.

14. *Кулагин А. В.* Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС: автореферат / А. В. Кулагин. — УГНТУ. Уфа-2003.

15. *Черняк Л. М.* Розроблення технології уловлювання парів бензину з використанням кремній-органічних адсорбентів: дис. канд. техн. наук / Л. М. Черняк. — К., 2009. — С. 155.

16. *Коршак А. А.* Нефтебазы и АЗС: учеб. пособие / А. А. Коршак, Г. Е. Коробков, Е. М. Муфтахов. — Уфа : ДизайнПолиграфСервис, 2006. — 416 с.

17. *Методические указания по определению технологических потерь нефти на предприятиях нефтяных компаний Российской Федерации* РД 153-39-019-97. — М. : Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002.

18. *Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров* / Гос. комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. — М., 1997. — 56 с.

19. *Инструкция о порядке поступления, транспортировки, хранения, отпуска и учета нефти и нефтепродуктов на предприятиях и в организациях Украины* / Министерство топлива и энергетики Украины и др., Приказ 20.05.2008 № 281/171/578/155.

20. *Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приеме, хранении, отпуске и транспортировке*, Госнаб СССР, Постановление от 26.03. 86 № 4.

## LITERATURE

1. *Gizatov M. A.* Sokraschenie poter benzinov ot isparenija na avtozapravocnyih stantsiyah neftebaz. Dis. kand. tehn. nauk. — Ufa, 1987. — 244 s.

2. *Arenbrister V. V.* Tehniko-ekonomicheskiy analiz poter nefti i nefteproduktov / V. V. Arenbrister. — M. : Himiya, 1975. — 160 s.

3. *Glebov N. V.* Bezopasnost pri rabote s nefteproduktami. — 2-e izd., pererab. i dop. / N. V. Glebov. — M. : Kolos, 1979. — 168 s.

4. *Kovalenko V. P.* Sredstva zapravki goryuchim avtotraktornoy tehniki / V. P. Kovalenko, V. E. Turchaninov, A. F. Andriets. // Obzor TsNIITeneftchim. / Ser. Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syirya. — M. : 1986. — 68 s.

5. *Abuzova F. F.* Issledovanie poter ot isparenija neftey i nefteproduktov i effektivnosti sredstv sokrascheniya ih v rezervuarah: dis. na soisk. uchen. stepeni dokt. tehn. nauk / F. F. Abuzova. — Ufa, 1975. — 334 s.

6. *Perspektivnyie metodyi sokrascheniya poter nefteproduktov ot isparenija v rezervuarah* / I. G. Blinov, V. V. Gerasimov, A. A. Korshak [and all]. — M. : TsNIITeneftchim, 1990. — 83 s.

7. *Yakovlev B. C.* Hranenie nefteproduktov. Problemyi zaschityi okruzhayuschey sredy / B. C. Yakovlev. — M. : Himiya, 1987. — 152 s.

8. *Abuzova F. F.* Borba s poteryami nefteproduktov pri ih transportirovke i hranenii / F. F. Abuzova, I. S. Bronshhteyn, V. F. Novoselov. — M. : Nedra, 1981. — 248 s.

9. *Prohorov A. D.* O raschete sredney kontsentratsii parov benzina v vyitesnyаемoy iz rezervuara parovozdushnoy smesi / A. D. Prohorov // Transport i hranenie nefti i nefteproduktov, 1977. — # 4.

10. *Abuzova F. F.* Metodika rascheta poter ot isparenija avtobenzinov iz podzemnyih gorizontalnyh

rezervuarov AZS / F. F. Abuzova, M. A. Gizzatov // Ufim. neft. in-t. — Ufa, 1986. — 32 s.

11. *Korshak A. A.* Sovremennyye sredstva sokrascheniya poter benzinov ot ispareniya / A. A. Korshak. — Ufa : OOO «DizaynPoligrafServis», 2001. — 144 s.

12. *Kulagin A. B.* Razrabotka metodik rascheta i sokrascheniya poter benzina iz rezervuarov avtozapravochnykh stantsiy // Problemy neftegazovoy otrasli: Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii / A. B. Kulagin, A. A. Korshak. — Ufa : Izd-vo UGNTU, 2000. — S. 196.

13. *Kulagin A. V.* K raschetu poter nefti i neteproduktov iz podzemnykh emkostey // Truboprovodnyy transport nefti i gaza: Materialy Vserossiyskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii / A. V. Kulagin, A. A. Korshak. — Ufa : Izd-vo UGNTU, 2002. — S. 125–128.

14. *Kulagin A. B.* Prognozirovanie i sokraschenie poter benzinov ot ispareniya iz gorizontalnykh podzemnykh rezervuarov AZS: avtoreferat / A. B. Kulagin. — UGNTU. — Ufa, 2003.

15. *Chernyak L. M.* Rozroblennyya tehnologiyi ulovlyuvannya pariv benziniv z vikoristanniam krem-

nlyorganichnykh adsorbentiv: dis. kand. tehn. nauk / L. M. Chernyak. — K., 2009. — s. 155.

16. *Korshak A. A.* Neftebazyi i AZS: Uchebnoe posobie / A. A. Korshak, G. E. Korobkov, E. M. Muftahov. — Ufa : DizaynPoligrafServis, 2006. — 416 s.

17. *Metodicheskie ukazaniya* po opredeleniyu tehnologicheskikh poter nefti na predpriyatiyakh neftyanykh kompaniy Rossiyskoy Federatsii RD 153-39-019-97. — M. : Gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatie «Nauchno-tehnicheskyy tsentr po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortehnadzora Rossii», 2002.

18. *Metodicheskie ukazaniya* po opredeleniyu vyibrosov zagryaznyayuschikh veschestv v atmosferu iz rezervuarov / Gos. komitet Rossiyskoy Federatsii po ohrane okruzhayushey sredy. — M., 1997. — 56 s.

19. *Instruktsiya* o poryadke postupleniya, transportirovki, hraneniya, otpuska i ucheta nefti i nefteproduktov na predpriyatiyakh i v organizatsiyakh Ukrainyi / Ministerstvo topliva i energetiki Ukrainyi i dr., Prikaz 20.05.2008 # 281/171/578/155.

20. *Normyi* estestvennoy ubyili nefteproduktov pri prieme, hranenii, otpuske i transportirovke, Gossnab SSSR, Postanovlenie ot 26.03. 86 № 4.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2013