

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ НАФТ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ

Д.В.Лісафін

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(03422) 42351

e-mail: tznng@nung.edu.ua

Предложена методика исследования параметров и состава газозооушной смеси в газозовых пространствах при разных соотношениях фаз. Приведены результаты исследования параметров газозооушной смеси в газозовых пространствах экспериментальной установки при разных соотношениях фаз.

Methods of the gas-air mixture parameters and composition in gas spaces at different phase relations have been suggested. The results of analysis of gas-air mixture parameters in gas spaces of experimental equipment at different phase relation have been introduced.

Транспортування нафти системами магістральних трубопроводів супроводжуються неминучими технологічними втратами, значну частину з яких займають втрати нафти від випаровування. Основним джерелом втрат нафти від випаровування в процесі транспортування є резервуарні парки нафтоперекачувальних станцій. За даними літературних джерел на їх долю припадає від 60% до 80% загальних втрат нафти при транспортуванні. Втрати нафти від випаровування під час зберігання та транспортування супроводжуються зменшенням не тільки її початкової кількості, але й погіршенням її фізико-хімічних властивостей та забрудненням навколишнього середовища внаслідок викидання вуглеводневих сумішей через дихальну арматуру резервуарів.

Якщо у закритій ємності над поверхнею нафти є вільний простір, то він поступово буде насичуватися парами цієї нафти. Фізично відбувається процес масообміну між рідиною і паровою фазами, тобто перехід молекул нафти з однієї фази в іншу. При переході нафти з рідинного стану у газоподібний відбувається випаровування і, навпаки, при переході з парової фази у рідинну відбувається конденсація. З точки зору сучасних поглядів на теорію випаровування [1] перехід речовини в обох випадках відбувається шляхом молекулярної та конвективної дифузії. У першому випадку відбувається проникнення молекул із рідини в газову фазу (випаровування) або з пари у рідину (конденсація). При конвективній дифузії відбувається перенесення частинок рідини за рахунок теплових впливів.

Процес випаровування та насичення газоповітряної суміші залежить від фізико-хімічних властивостей та складу самої нафти, режиму роботи резервуара, ряду експлуатаційних та кліматологічних факторів. Серед параметрів, які визначають швидкість випаровування при зберіганні, основними є тиск насичених парів, який залежить від температурного режиму ємності та співвідношення рідкої та парової фаз.

Сумарний тиск насичених парів нафти в газовому просторі закритої ємності складається

з тисків, які створюються парами окремих вуглеводнів, що входять до складу нафти. Парціальний тиск пари кожного з цих вуглеводнів в насиченій пароповітряній суміші на поверхню дзеркала нафти приблизно пропорційний пружності його насичених парів при даній температурі і концентрації в нафті.

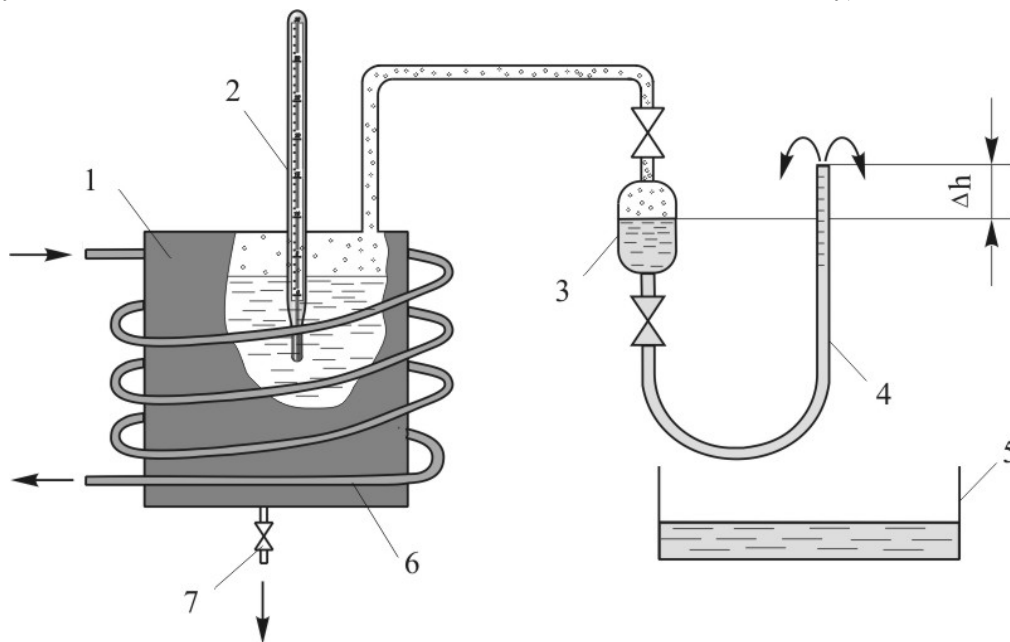
З метою дослідження процесів випаровування нафт в закритих ємностях для різних температурних та технологічних умов була спроектована та змонтована експериментальна установка, схема якої зображена на рисунку 1.

Установка дає змогу досліджувати властивості пароповітряних сумішей нафт у газозових просторах ємностей за умов повного насичення останніх, тобто за умов досягнення динамічної рівноваги між паровою та рідинною фазами за відповідної температури та певного співвідношення фаз. Такого стану пароповітряної суміші практично неможливо досягнути в діючих резервуарах через складність перевірки герметичності останніх. Крім того, за умов діючого підприємства важко створити або зафіксувати статичні умови роботи ємності, що будуть відповідати певному температурному режиму та співвідношенню рідкої та парової фаз.

Установка складається з циліндричної ємності з нержавіючої сталі з герметичною кришкою. На кришці передбачений отвір для установки термометра 2 та штуцер для під'єднання газової піпетки 3. До газової піпетки під'єднується U – подібний п'єзометр. В ємності передбачений отвір для заповнення її рідиною та спускний кран 7 у нижній частині для випорожнення. Газова піпетка і п'єзометр заповнюються запірною рідиною, якою слугить насичений розчин повареної солі. При витіканні з піпетки запірні рідина створює розрідження, через що піпетка заповнюється газоповітряною сумішшю. Для створення гідравлічного затвора у газовій піпетці залишається 50...100 мл розчину. На посудину встановлюється теплообмінник із мідної трубки. Для підігріву посудини використовується вода з термостата. Установка встановлюється у горизонтальному положенні за допомогою штатива.

Послідовність проведення дослідження полягає у такому. Ємність повністю заповнюється

буде порушена і відбиратися буде суміш іншого компонентного складу).



1 – ємність з нафтою; 2 – термометр; 3 – газова піпетка; 4 – п'езометр; 5 – піддон;
6 – теплообмінник; 7 – спускний кран

Рисунок 1 – Схема експериментальної установки

нафтою з герметичного пробовідбірника або безпосередньо з нафтопроводу, необхідний об'єм нафти зливається через спускний кран 7, при цьому досягається певне співвідношення рідкої та парової фаз. До ємності під'єднується газова піпетка (ГОСТ 18954-73 "Прибор и пипетки стеклянные для отбора и хранения газа. Технические условия"), яка попередньо заповнюється насиченим розчином солі (густина останньої контролюється ареометром із точністю до третього знака). Ємність розігрівається до температури дослідження, при цьому вона періодично сильно струшується з метою створення умов найбільш інтенсивного насичення парами газового простору.

Внаслідок випаровування нафти тиск у середині посудини збільшується, також збільшується об'єм парів, які витискають соляний розчин із п'езометра у піддон 5. Різниця рівнів Δh в п'езометрі та експериментальній ємності фіксується і перераховується у Па з урахуванням густини розчину солі. За допомогою відсічних краників газова піпетка від'єднується від установки, і проба направляється на хроматографічний аналіз. Перед проведенням дослідження посудина, газова піпетка та газоходи калібруються з метою визначення їх об'ємів при різному ступені заповнення.

Ориганальність описаної вище установки полягає в тому, що для аналізу газоповітряної суміші відокремлюється і направляється власне частка об'єму газового простору експериментальної ємності. Інші методи відбору проби не будуть коректними, оскільки відбір проби парової фази відомими методами призведе до зміни її складу під час відбору (умова рівноваги

Нами була виконана серія дослідів із визначення складу парової фази нафти сорту URALS за різних умов проведення дослідження.

На першому етапі були здійснені експерименти з визначення параметрів парів нафти в дослідній ємності при різному співвідношенні рідкої та парової фаз. На рисунку 2 наведена залежність надлишкового тиску у газовому просторі експериментальної установки від співвідношення фаз (відношення об'єму нафти до об'єму її газового простору в установці) при температурі 16°C.

Відібрані проби в процесі проведення дослідів відправлялися на хроматографічний аналіз. Останній здійснювався на хроматографі типу "Кристаллюкс-4000" у відповідності з ГОСТ 23781-87 "Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава". За результатами аналізу визначався якісний та кількісний склад газоповітряних сумішей. Результати хроматографічного аналізу газоповітряних сумішей з експериментальної установки наведені в таблиці 1.

За результатами хроматографічних аналізів густина газоповітряних сумішей обчислювалася за відомою формулою

$$\rho_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n \rho_i x_i, \quad (1)$$

де: ρ_i – густина i -того компонента; x_i – його об'ємна частка.

Як видно з даних таблиці 1, якісний компонентний склад газоповітряних сумішей при різному співвідношенні рідкої та парової фаз є однаковим, причому дещо відрізняється їх кількісний склад, а густина пароповітряної сумі-

ші, яка значною мірою визначає величину втрат вання та зберігання нафти на навколишнє сере-

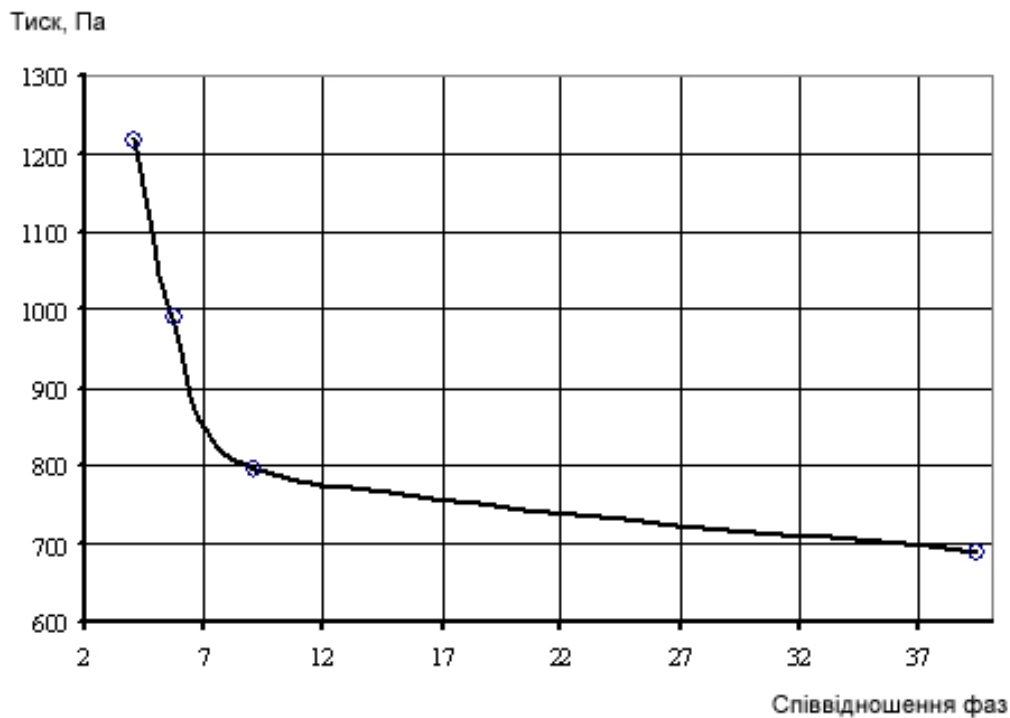


Рисунок 2 – Залежність надлишкового тиску парів нафти сорту URALS у газовому просторі експериментальної установки від співвідношення фаз

Таблиця 1 — Результати хроматографічного аналізу газоповітряних сумішей нафти сорту URALS в експериментальній установці

Співвідношення фаз	Вміст компонента, % по об'єму												Густина газоповітряної суміші, кг/м ³
	метан	етан	пропан	і-бутан	н-бутан	нео-пентан	і-пентан	н-пентан	гексан	гептан+вищі	двооксид вуглецю	повітря	
39	6,54	4,12	13,2	3,20	6,53	0,01	1,24	1,26	0,76	0,09	2,46	60,59	1,560
9	4,05	3,61	13,3	3,24	6,50	0,01	1,23	1,22	0,70	0,09	1,15	64,90	1,564
6	6,17	4,22	12,1	2,81	6,04	0,01	1,21	1,35	1,08	0,31	1,90	62,77	1,557
4	1,33	1,82	8,12	2,40	5,48	0,01	1,15	1,19	0,76	0,12	0,25	77,37	1,514

нафти від випаровування, є практично незмінною. Відносна похибка у визначенні густини газоповітряної суміші при різному співвідношенні фаз складає тільки 3%, що цілком достатньо для використання результатів експериментів для практичних цілей. Останні можуть бути досить різноманітними – це визначення втрат нафти внаслідок її природного випаровування у резервуарах і транспортних ємностях з метою оцінки матеріальних збитків, а також для визначення обсягів втрат з метою визначення нормативів платежів за забруднення навколишнього атмосферного повітря, проектні роботи з оцінки впливу об'єктів системи транспорту-

довище тощо.

Література

1. Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – 260 с.
2. Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новосёлов В.Ф., Ржавский Е.Л., Фокин М.Н. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. – М.: Недра, 1981. – 248 с.

3. Бойченко С.В. Рациональное использование углеводневых топлив: Монография. – К.: НАУ, 2001. – 216 с.