

Таким чином експериментально підтверджено, що при турбулентному режимі перекачування швидкість руху продукту зменшується біля стінок трубопроводу, що спричиняє «вклинювання» нафти, яка рухається позаду основної партії у нафту, що рухається попереду.

Результати експеримента підтверджують можливість послідовного перекачування різних сортів нафти вищевказаною ділянкою нафтопроводу із контролем зони змішування ультразвуковими давачами.

1. Маркевич К. Енергетична безпека України: погляд крізь призму здобутків та викликів / К. Маркевич – К. - Вісник. Рейтинг. - Випуск № 2-3, 2016 – С. 24- 28.
2. Середюк М.Д. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів: підручник / М.Д. Середюк, Й.В. Якимів, В.П. Лісафін. - Івано-Франківськ: 2001.- 517 с.

УДК 622.692.4

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДІГРІВУ ДОЛИНСЬКОЇ НАФТИ ПЕРЕД ЗАКАЧУВАННЯМ У НАФТОПРОВІД ДОЛИНА-ДРОГОБИЧ**

**С.Р. Яновський**

ПАТ «Укртранснафта», Філія «Магістральні нафтопроводи «Дружба»,  
79058, м. Львів, вул. Липинського, 12, тел. (032) 2919764, e-mail: [mailbox@druzhba.lviv.ua](mailto:mailbox@druzhba.lviv.ua)

У світовій практиці використовуються багато методів транспортування високов'язких та застигаючих нафт, які поділяються на такі групи [1,2,3]:

- перекачування з попереднім покращанням реологічних властивостей;
- перекачування в потоці - носії;
- перекачування з підігрівом.

Найбільш ефективною, відносно простою та недорогою є технологія перекачування високов'язких нафт з попереднім підігрівом, так зване «гаряче» перекачування. За даної нафта на головній насосно-тепловій станції нагрівається в теплообмінниках до температури, що забезпечує її транспортабельні властивості (від 50 °С до 80 °С залежно від реологічних властивостей нафти та технічних характеристик нафтопроводу), далі закачується з певною продуктивністю у нафтопровід. При русі нафти нафтопроводом внаслідок теплообміну з навколишнім середовищем температура нафти зменшується. При значній протяжності нафтопроводу на трасі через кожні 50-100 км передбачаються проміжні насосно-теплові станції, на яких температура високов'язкої нафти знову підвищується до значення, необхідного для її транспортування.

При реалізації даного способу перекачування одним із важливих енергоємних технологічних процесів є підігрів нафти перед закачуванням у трубопровід.

Перекачування з попереднім підігрівом як основний метод транспортування високов'язких швидкозастигаючих рідин розглядається як еталон: при появі нових методів перекачування доцільність їх використання визначається в порівнянні з ним. Основним недоліком такої технології є те, що для його реалізації необхідно весь час, поки здійснюється процес транспортування, здійснювати підігрів обсягів нафти залежно від продуктивності нафтопроводу. При використанні для підігріву традиційних джерел це потребує значних енерговитрат.

Відомий спосіб обігрівання об'єктів різного призначення в інфрачервоному діапазоні хвиль. Такий підігрів є достатньо новим, перспективним, економічним, практичним, з високим – до 96 % коефіцієнтом корисної дії.

Він має низку переваг порівняно з класичними методами обігріву, а саме: можливість локального нагріву необхідних зон, значний термін служби, можливість цілодобового використання, можливість регулювання режимів, відсутність вібрацій, рухомих елементів, мастил тощо.

Застосування інфрачервоного обігріву забезпечує до 40 % економії енергоресурсів. Іншою

перевагою інфрачервоних обігрівачів є те, що вони єдині серед інших типів обігрівачів, можуть здійснювати зональний підігрів. Це дає можливість у різних частинах резервуару, залежно від температури різних шарів нафти, регулювати режими і забезпечувати розігрів до необхідної температури всієї маси нафти, в тому числі парафіну, що в ній міститься. Це дає змогу зменшити затрати електроенергії і тим самим отримати значну економію.

Метою розробки є здешевлення технології перекачування високов'язких нафт або нафтопродуктів за рахунок використання більш економічного способу підігріву, а саме інфрачервоного нагрівання. При реалізації запропонованої технології попередньо підготовлена та перемішана нафта, видобута з Долинських родовищ, заповнює резервуари, обладнані інфрачервоними підігрівниками.

Останні підігрівають нафту, підтримуючи її на рівні, достатньому для транспортування нафтопроводом із заданою продуктивністю. Як підігрівники використовуються інфрачервоні нагрівачі, які розміщують на зовнішній боковій стінці резервуара паралельними ярусами, причому кількість і потужність інфрачервоних нагрівачів обирають залежно від маси нафти у резервуарі і необхідної температури підігріву [4].

На рисунку 1 показано принципову схему технологічного процесу підігрівання високов'язкої нафти, яка складається з резервуара 1, змонтованих на його зовнішній боковій поверхні джерел інфрачервоного випромінювання (нагрівачів) 2, міксерів 3 та трубопровідних комунікацій.

Технологія підігрівання реалізується таким чином. Видобута високов'язка нафта Долинських родовищ після підготовки до транспортування (очищення, відділення води, солей тощо) збирається протягом певного часу (5-7 діб) у резервуар 1. Завдяки технологічним процесам підготовки, нафта, що надходить у резервуар має температуру від 25 °C до 40 °C залежно від сезону.

Згідно з технологічними розрахунками нафтопроводу Долина-Дрогобич, для здійснення процесу перекачування долинську нафту необхідно додатково підігріти до температури 55 °C у літній період і до температури 70-75 °C у зимовий період. Цей підігрів здійснюють інфрачервоні нагрівачі, які забезпечують заданий температурний режим до кінця циклу перекачування партії долинської нафти. Рівномірність нагрівання всього об'єму нафти досягається за рахунок перемішування нижніх шарів з верхніми конвекційними висхідними потоками, а також за допомогою міксерів 3.

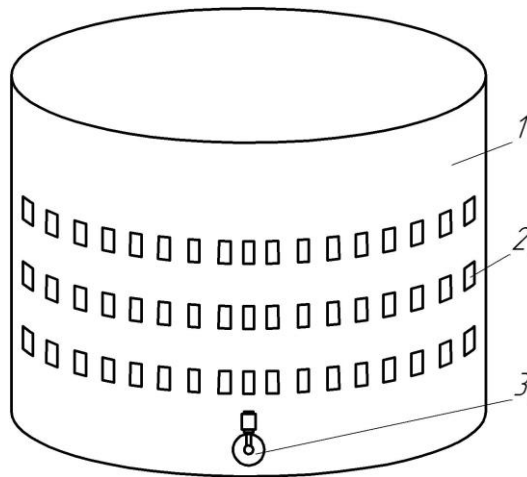


Рисунок 1 – Принципова схема пропонованої технології підігріву долинської нафти

Нагрівання і підтримання температури на заданому рівні здійснюють за допомогою джерел інфрачервоного випромінювання (нагрівачів) 2, які для рівномірного нагрівання всієї товщі нафти розміщені по зовнішній боковій поверхні резервуара 1 паралельними ярусами. Кількість нагрівачів вибирається залежно від об'єму та заданої температури підігріву нафти у резервуарі 1.

Розрахунок показав, що для підігріву 5 тис. м<sup>3</sup> нафти, що зберігаються у резервуарі висотою 15 м і діаметром 21 м, загальна потужність інфрачервоних нагрівачів для забезпечення температури 75 °C у зимовий період має становити 1300 кВт, для температури 55 °C у літній період - 900 кВт.

Для забезпечення рівномірного нагрівання і недопущення утворення парафінових відкладень на стінках резервуарів передбачена установка міксерів 3, які перемішують нафту, надаючи їй

однорідності.

Після формування партії долинської нафти, підігрітої до необхідної температури, розпочинають цикл її перекачування: нафту подають на підпірні насоси, далі на магістральні насоси і з необхідним тиском закачують в нафтопровід Долина-Дрогобич. Для протяжних нафтопровідних систем запропоновані пункти підігріву розташовують по трасі нафтопроводу на відстані 50-100 км відповідно до результатів теплогідрравлічних розрахунків.

Технологія підігріву нафти, що пропонується, має технологічні, екологічні та економічні переваги, порівняно з існуючими аналогами. У ній реалізується принципи ресурсоенергозбереження, насамперед, за рахунок високого коефіцієнта корисної дії інфрачервоних нагрівників, значно вищого за коефіцієнт корисної дії традиційних котлів, що спалюють газ і одержують пару для підігріву нафти.

Використання корисної моделі матиме екологічний ефект, так як передбачає використання електричного приводу нагрівників замість котлів для спалювання газу, які забруднюють продуктами згорання довкілля. Розробка має технологічні переваги, оскільки підвищує експлуатаційну надійність установки підігріву нафти, спрощує її ремонт та обслуговування.

### Список використаних джерел

1. Губин В.Е. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов / В.Е. Губин, В.В. Губин. – М.: Наука, 1982. – 293 с.
2. Середюк М.Д. Трубопроводный транспорт нефти і нафтопродуктів: підруч.[для студ. вищ. навч. закл.] / М.Д. Середюк, Й.В. Якимів В.П. Лісафін. – Кременчук, 2002. – 517 с.
3. Тугунов П.И. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам/ П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов. – М.: Недра, 1973. – 88 с.
4. Пат. 46954 України. МПК (2009), B65G 51/00, B65G 69/20. Спосіб перекачування високов'язких та застигаючих нафт./ С.Р. Яновський, І.В. Короп, М.Д. Середюк, заявники і патентовласники Яновський С.Р., Короп І.В., Середюк М.Д. –№ u200907795: заявл. 24.07.2009. Бюл. №1, 2010.

УДК 622.692.4

## **БАГАТОВАРІАНТНИЙ АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТИ ДІЛЯНКОЮ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ**

**В.Б. Юрочко, А.С. Штогрин**

ПАТ «Укртранснафта», Філія «Магістральні нафтопроводи «Дружба»,  
79058, м. Львів, вул. Липинського, 12, тел. (032) 2919764, e-mail: [mailbox@druzhba.lviv.ua](mailto:mailbox@druzhba.lviv.ua)

Вартість електроенергії становить одну із основних статей витрат при транспортуванні нафти магістральними нафтопроводами [1], виходячи із чого існує економічна та виробнича необхідність оптимального підбору режиму транспортування із врахуванням планових обсягів транспортування та ремонтів устаткування та перегонів трубопроводів.

Режим транспортування нафти характеризується конкретним переліком ввімкнутих підпірних та магістральних насосів на нафтоперекачувальних станціях та, при наявності двох паралельних ниток нафтопроводів (у тому числі байпасних ліній), взаємною конфігурацією використовуваних перегонів із врахуванням наявних перемичок між нитками [1,2,3].

Конкретний режим транспортування на ділянці для певного типу нафти із характерними густиною та в'язкістю відповідно забезпечує продуктивність транспортування із питомими витратами електроенергії на переміщення однієї тони нафти на цій ділянці.

При сталій конфігурації використовуваних ниток нафтопроводів та в'язкості нафти питомі витрати електроенергії залежать від величини дроселювання на ділянці та математичних моделей кривих коефіцієнтів корисної дії насосів відносно осі продуктивності. У більшості випадків такі