



correspondently take the considerable time that is necessary for free settling and floating of disperse particles, and transition to a continuous phase that is one of the main problems of the given equipment. Consequently, it is impossible to achieve high efficiency and production in such separation equipment. One of the possible ways to improve this equipment is to apply new methods of multiphase flows separation, which can significantly increase the intensity of separation processes, especially the inertial filter separation. Moreover, it is expedient to install modular separation devices in the casing of gas separator during their reconstruction. The visualization of modeling results of three-dimensional flows by CFD-methods allows determining the value of flows hydrodynamic parameters, the geometry of pressure zones in the gas separator, the place of expedient location, optimizing the geometry and the sizes of separation elements.

The research is conducted with the support of the Ministry of Education and Science of Ukraine: State Registration №0117U003931 — Project «Development and implementation of energy efficient modular separation devices for oil and gas sewage treatment equipment», Principal Investigator — Oleksandr O. Liaposhchenko, D.Sc., Associate Professor (Sumy State University, Processes and Equipment of Chemical and Petroleum-Refineries Department, Scientific and Educational Center of Integrated Engineering «SSUChemTech»).

УДК 622.692.4

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕРМООБРОБКИ НАФТИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ВТРАТИ В МАГІСТРАЛЬНОМУ НАФТОПРОВІДІ

Л.Д. Пилипів

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,
тел. (0342) 72-71-39, e-mail: tzung@nung.edu.ua*

Однією з основних передумов енергетичної безпеки України є її забезпечення власною енергосировинною базою. Тенденції останніх років на ринку енергоносіїв спонукають до пошуку нових родовищ нафти і газу та інтенсифікації видобування з уже існуючих. Не дивлячись на те, що існують родовища з невисокими показниками рентабельності, в сучасних умовах їх експлуатація є вкрай необхідною з міркувань забезпечення максимальної енергонезалежності держави. Серед таких можна відзначити Долинське родовище, видобування високов'язких нафт на якому характеризується значними енергозатратами. Реологічні параметри долинської нафти характеризуються вираженими аномальними властивостями, що створюють значні труднощі як в процесі видобування, так і особливо в



процесі підготовки до транспортування і під час самого транспортування магістральними трубопроводами. Здатність такої нафти утворювати за температур перекачування міцну кристалічну парафінову решітку спричиняє наявність аномально високих показників в'язкості, температури застигання та інших реологічних параметрів.

Для транспортування високов'язкої долиньської нафти на Надвірнянський нафтопереробний завод був побудований неізотермічний магістральний нафтопровід Долина – Надвірна з технологією гарячого перекачування. Оскільки температура підігріву повинна бути вище температури плавлення парафінів, тобто не менше 55-60 °С, енергетичні затрати на транспортування такої нафти є значними. Підігрів нафти необхідний для покращення транспортабельних властивостей нафти, для зменшення гідравлічних втрат за рахунок зниження в'язкості транспортованого продукту. Однак висока вартість енергоносіїв мотивувала науковців та інженерів до пошуку інших, менш затратних технологій покращення транспортабельних властивостей нафт з вираженими аномальними реологічними властивостями. Серед таких окремо слід відзначити термообробку [1], суть якої зводиться попереднього підігріву нафти перед закачуванням в магістральний нафтопровід, витримування певний період часу за температури підігріву та подальшим охолодженням з певною швидкістю. Великий вплив на реологічні властивості нафт при термообробці має темп охолодження [2, 3]. Для кожної нафти існує певний темп охолодження, за якого температура застигання, ефективна в'язкість і статичне напруження зсуву є мінімальними. Швидкість охолодження нафти впливає на процес росту кристалів парафіну. При оптимальному темпі охолодження утворюються великі кристали парафіну, зібрані в групи, які нерівномірно розкидані по всьому об'єму нафти [1]. При зберіганні вони випадають в осад. Нафта, що не піддавалася термообробці або термооброблена, але охолоджена не при оптимальній швидкості, має дрібні кристали парафіну. Вони рівномірно розподіляються по всьому об'єму нафти і, з'єднуючись між собою, утворюють міцну структурну решітку, в осередках якої розташовується рідка нафта.

Для оцінювання впливу термообробки на транспортабельні властивості нафти проведено теплогідравлічний розрахунок магістрального нафтопроводу Долина - Дрогобич до і після покращення. За основу для проведення розрахунку взяті результати експериментальних досліджень реологічних властивостей долиньської нафти, що піддавалася впливу термообробки [1]. Теплогідравлічний розрахунок проводився для трьох різних швидкостей охолодження 10,



20 і 30 °С/год та температурі підігріву 60 °С. Приклад отриманих результатів розрахунку наведений в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати теплогідрравлічного розрахунку нафтопроводу Долина – Надвірна при перекачуванні долинської нафти із частково зруйнованою структурою після термообробки (температура нагріву 60 °С, швидкість охолодження 20 °С/год.)

Подача насоса, м ³ /год	Загальні втрати напору, м	Напір НПС, м	Допустимий напір на виході НПС, м	ККД НПС	Споживана потужність станції, кВт
160	150	526	274	0,628	476
170	217	507	274	0,641	495
180	253	486	274	0,651	511
190	291	465	274	0,657	526
200	328	442	274	0,661	538
210	367	418	274	0,662	547
220	452	393	274	0,659	554
230	497	367	274	0,653	559
240	568	339	24	0,644	561

Використовуючи отримані результати розрахунку, будемо графічні залежності гідравлічних втрат в нафтопроводі Долина-Надвірна при перекачуванні високов'язкої долинської нафти до термообробки та після термообробки з різними швидкостями охолодження (рис. 1).

Втрати напору на тертя обумовлені гідравлічними втратами в трубопроводі. Для гідродинаміки потоків – це визначальний параметр, який характеризує енергетичні втрати в трубопроводі. Основним шляхом зменшення загальних енергозатрат на перекачування нафти є зниження гідравлічних втрат, що для високов'язких нафт можливе тільки разом з покращенням їх транспортабельних властивостей.

Аналізуючи отримані результати теплогідрравлічного розрахунку магістрального нафтопроводу, встановлено, що термообробка є досить ефективним методом зменшення показників реологічних параметрів нафти з вираженими аномальними властивостями, а отже енергетичних втрат в трубопроводі. Найбільшого зниження енергетичних втрат можна досягти при швидкості охолодження 20 °С/год, що відповідає умовам максимального покращення транспортабельних властивостей долинської нафти методом термообробки. Даний метод може бути застосований для транспортування долинської нафти нафтопроводом Долина-Надвірна. Проте його використання потребує розробки спеціальних установок для охолодження нафти із заданою швидкістю.

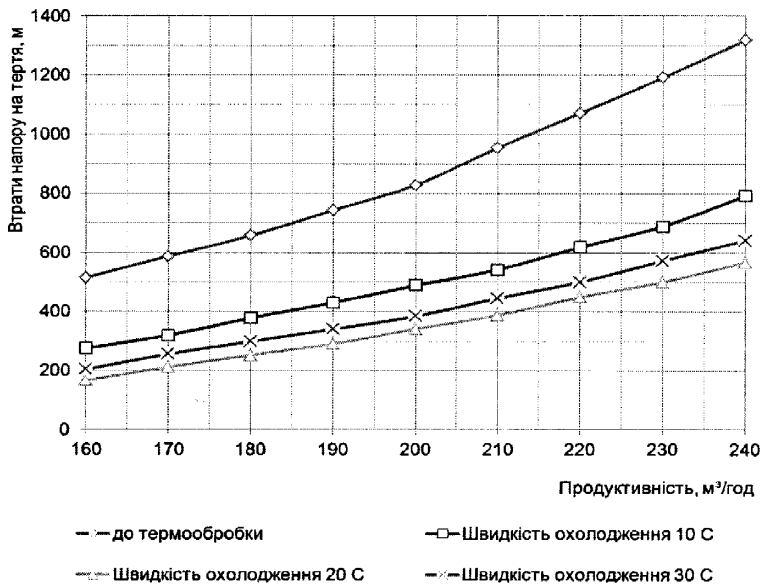


Рисунок 1 – Гідралічна характеристика нафтопроводу Долина-Надвірна при перекачуванні долинської нафти до термообробки та після термообробки із різними швидкостями охолодження

Літературні джерела

1 Пилипів Л.Д. Дослідження впливу термообробки високов'язкої долинської нафти на її реологічні та транспортабельні властивості / Нафтогазова галузь України. 2015. №1 (13). С. 18-20.

2 Тугунов П.И., Новоселов В.Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. М.: Недра, 1973. 89 с.

3 Коршак А.А. Специальные методы перекачки: Конспект лекций. – Уфа: Фонд содействия развитию научных исследований, 2000. 211 с.