

Пилипів Любомир Дмитрович

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Пыльшив Любомир Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Pylypiv Liubomyr

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of

Oil and Gas Transportation and Storing

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ ТЕРМООБРОБКИ НАФТИ НА ГІДРАВЛІЧНІ ВТРАТИ В МАГІСТРАЛЬНОМУ НАФТОПРОВОДІ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НЕФТИ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ

EFFICIENCY ANALYSIS OF OIL THERMAL TREATMENT INFLUENCE ON HYDRAULIC LOSSES IN THE MAIN OIL PIPELINE

Анотація. Досліджено реологічні властивості високов'язкої долинської нафти до і після термообробки. Встановлено вплив термообробки неньютонівської нафти на гідралічні втрати в магістральному нафтопроводі.

Ключові слова: високов'язка нафта, термообробка, гідралічні втрати, магістральний нафтопровід.

Аннотация. Исследованы реологические свойства высоковязкой долинской нефти до и после термообработки. Установлено влияние термообработки неньютоновской нефти на гидравлические потери магистрального нефтепровода.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, термообработка, гидравлические потери, магистральный нефтепровод.

Summary. The rheological properties of high viscosity oil before and after heat treatment are investigated. The influence of thermal treatment of non-Newtonian oil on hydraulic losses in the main oil pipeline is determined.

Key words: high-viscosity oil, thermal treatment, hydraulic losses, main oil pipeline.

Критеріями енергетичної безпеки України є наявність власної енергосировинної бази та ефективна нафтогазопереробна промисловість. 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 на-

фти 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.

З метою замикання виробничого циклу нафтопереробки в Івано-Франківській області для постачання сировини на НПК «Нафтохімік Прикарпаття» був побудований магістральний нафтопровід Долина —

Надвірна з технологією гарячого перекачування. Оскільки температура підігріву повинна бути вище температури плавлення парафінів, тобто не менше 55–60 °C [2], 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 [3; 4]. 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 [1].

Для оцінювання впливу термообробки на транспортабельні властивості нафти проведено теплогідравлічний розрахунок магістрального нафтопроводу Долина — Надвірна до і після покращення. За основу для проведення розрахунку взяті результати експериментальних досліджень реологічних властивостей долинської нафти, що піддавалася впливу термообробки [1]. Теплогідравлічний розрахунок проводився для трьох різних швидкостей охолодження 10, 20 і 30 °C/год та температурі підігріву 60 °C. Приклад отриманих результатів розрахунку наведений в таблиці 1.

Використовуючи отримані результати розрахунку, побудовано 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).

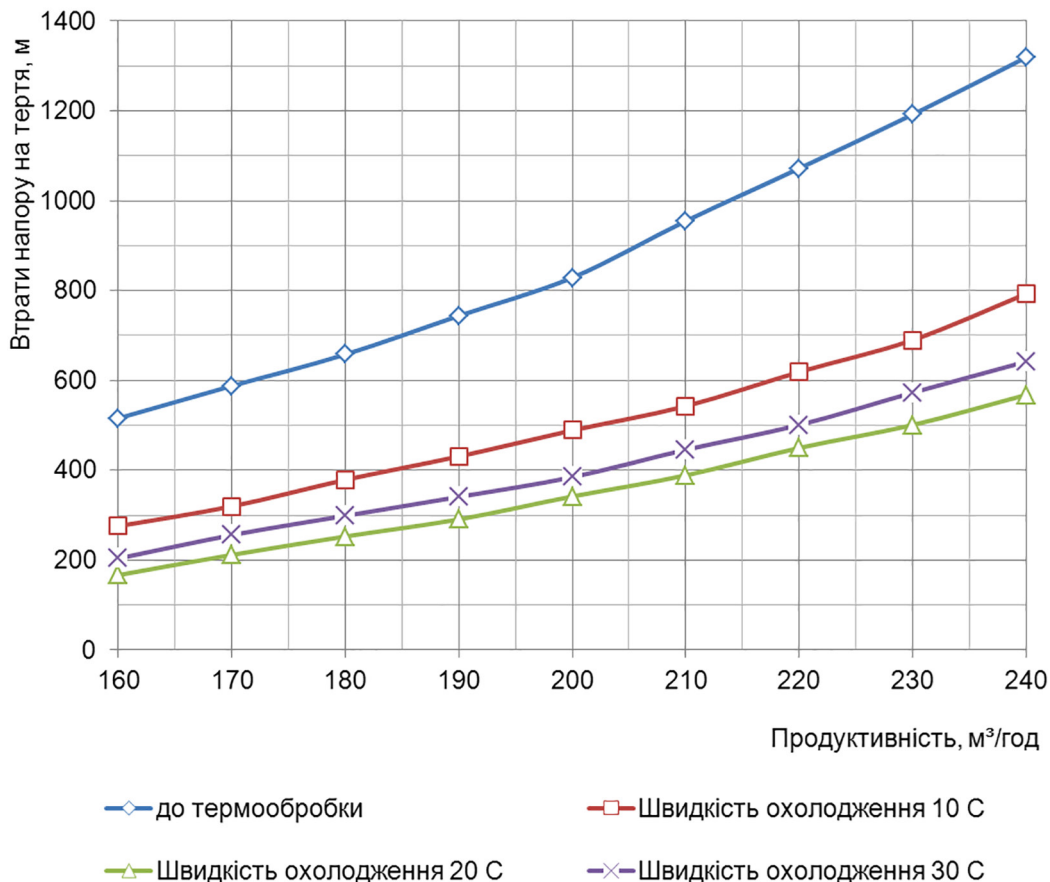


Рис. 1. Гідравлічна характеристика нафтопроводу Долина-Надвірна при перекачуванні долинської нафти до термообробки та після термообробки із різними швидкостями охолодження

Таблиця 1

Результати теплогідравлічного 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

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 теплогідравлічного розрахунку магістрального нафтопроводу, встановлено, що термообробка є досить ефективним методом зменшення показників реологічних пара-

метрів 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.

Література

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. Пилипів Л. Д. Особливості будови твердих вуглеводнів та їх вплив на рух нафти трубопроводами / Нафтогазова енергетика. — 2013. — № 1 (19). — С. 60–67.
3. Тугунов П. И., Новоселов В. Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. М.: Недра, 1973. — 89 с.
4. Коршак А. А. Специальные методы перекачки: Конспект лекций. — Уфа: Фонд содействия развитию научных исследований, 2000. — 211 с.