УДК 635.28.152

НАЧАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ

А. Н. ВОРОНИН, А. А. ГРИНЬ
Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой
Новополоцк, Беларусь

С каждым годом в мире запасы легкоизвлекаемой нефти истощаются, а открытие новых месторождений ограничено. В условиях истощения запасов легкоизвлекаемой нефти, которая в настоящее время является основным источником энергии в мире, эффективное использование альтернативных видов углеводородного топлива является одной из ключевых задач топливно-энергетического комплекса. В отличие от обычных нефтей, высокопарафинистые нефти являются ассоциированными дисперсными системами. Концентрирование парафинов, асфальтенов и смол приводит к увеличению плотности и вязкости нефти, изменяет ее коллоидную структуру и реологические характеристики, нефть становится труднодоизвлекаемой. Высокое содержание парафина в нефти способно увеличивать стоимость ее транспортирования вместе с усложнением самого процесса транзита трубопроводным транспортом. Таким образом, система магистральных трубопроводов Республики Беларусь в долгосрочной перспективе с высокой вероятностью может эксплуатироваться в более сложных технологических условиях.

По различным оценкам мировые запасы высоковязкой нефти составляют от 650 миллиардов до 1 триллиона тонн, что почти в пять раз превышает объем остаточных извлекаемых запасов нефтей малой и средней вязкости, составляющей лишь 162,3 млрд тонн. Россия обладает достаточными запасами высоковязких тяжелых нефтей, и их объем составляет около 55 % в общем объеме запасов российской нефти. При этом большая часть запасов российской высоковязкой нефти содержится в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, особенно в Татарстане и Пермском крае [1].

Высокое содержание парафинов в нефти оказывает влияние на более высокую вязкость и температуру застывания. Высоковязкая нефть характеризуется значениями динамической вязкости выше 30 сПз, при этом существуют нефти с вязкостью в несколько сотен и тысяч сПз [1]. Высокопарафинистая нефть отличается значением содержания парафина более 6% [2]. В [3] рекомендуют классифицировать высоковязкие нефти по 3 группам. Первую группу составляют нефти с вязкостью 30–100 мПа·с, вторую – 100–500 мПа·с и третью – выше 500 мПа·с. При этом интервалы измерения плотности нефти по названным группам соответствует 834–929, 882–955 и свыше 924 кг/м^3. Высокозастывающая нефть характеризуется большим количеством парафинов в ее составе. Являясь маловязкой при высокой температуре, при снижении температуры ниже начала кристаллизации парафина в такой нефти начинают выделяться кристаллы парафина, количество которых увеличивается по мере снижения температуры нефти. Температурой застывания является та, при которой нефть теряет подвижность в условиях испытаний, и охлаждаемая нефть не изменяет уровня при наклоне пробирки на 45 градусов [4].

В связи с индивидуальными физико-химическими и реологическими свойствами высокопарафинистых нефтей, отличающихся от традиционно транспортируемой через трубопроводную систему Республики Беларусь нефти сорта Urals, представляется возможным определить исходные расчетные условия с учетом оптимального режима работы оборудования для минимизации себестоимости транспортирования нефти. Транзит высокопарафинистой нефти через территорию Республики Беларусь может технически осуществляться по нефтепроводу «Дружба»,

эксплуатируемому ОАО «Гомельтранснефть Дружба». На участке «Унеча-Мозырь» трубопроводной системы «Дружба» проходят два трубопровода диаметром 820 мм и 1020 мм с возможностью совместной и раздельной работы. На следующем участке «Мозырь-Кобрин» южного направления проходят три магистральных трубопровода диаметрами 630 мм, 720 мм и 820 мм с возможность совместной и раздельной работы. На промежуточных нефтеперекачивающих станциях южного направления отечественной трубопроводной система НПС «Гомель», НПС «Защебье», ЛПДС «Мозырь», НПС «Туров», НПС «Пинск», НПС «Кобрин» установлены насосы первой очереди и второй очереди, что позволяет гибко реагировать на потребности транспортирования различных объемов нефти.

В состав исходных условий технологических параметров для транспортирования высокопарафинистой нефти входит: 1) определение максимальной кинематической вязкости нефти для оптимального режима работы насосного оборудования; 2) установление ограничения температуры подогрева нефти с учетом изоляции трубопровода; 3) учет температуры нагрева нефти при прохождении через магистральные насосные агрегаты и дроссельную заслонку; 4 учет нагрева от трения нефти в трубопроводе 5) установление конечной температуры нефти с учетом ее температуры застывания и температуры окружающего грунта.

В связи с истощением легкоизвлекаемой нефти актуальным направлением инженерных исследований в настоящее время является транспортирование высокопарафинистых нефтей. Поскольку транспортировка высокопарафинистой нефти является более технологически сложной задачей, неизбежно ведущей к увеличению себестоимости транспортирования, необходимо заранее системно учесть и просчитать начальные экономически оптимальные технологические параметры перекачки. Работа насоса в зоне максимального коэффициента полезного действия возможна при кинематической вязкости нефти ниже некоторого предельного значения. Исходя из материала изоляции трубопровода необходимо, чтобы начальная температуры подогрева нефти не превышала максимальную температуру эксплуатации изоляционного покрытия трубопровода. Начальную температуру подогрева нефти можно уменьшать с учетом изменения температуры нефти при прохождении через магистральные насосные агрегаты и дроссельную заслонку, а также на величину температуры диссипативного самонагрева нефти от трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкирцева И. Ю. Высоковязкие нефти и природные нефти / И. Ю. Башкирцева // Вестник технологического университета, 2014. – 296–299 с.
2. Ильин, А. Н. Высокопарафинистые нефти: закономерности пространственных и временных изменений их свойств / А. Н. Ильин, Ю. М. Полищук, И. Г. Ященко // Институт химии нефти СО РАН, Россия, г. Томск [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Iliin/Iliin_1.pdf. – Дата доступа: 31.10.2023.
3. Халимов Э. М., Климушин И. М., Фердман Л. И. Геология месторождений высоковязких нефтей СССР. – М.: Недра, 1987. – 172 с.
4. ГОСТ 20287-2023 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания».