

В зависимости от вида возмущений на границах течения вводятся соответствующие начальные и граничные условия при решении конкретной задачи: заполнение трубопровода, свободное истечение, аварийное истечение через боковую поверхность, пуск и останов транспортировки углеводородной смеси.

Для численного расчета течений газожидкостной углеводородной смеси как на полностью заполненных участках трубопровода, так и на заполненных лишь частично, используется метод распада произвольного разрыва [С. К. Годунов, 1959].

На основе численного эксперимента по расчету течения многокомпонентной смеси в трубопроводе сделаны следующие выводы:

- структура течения многокомпонентной углеводородной смеси определяется профилем трубопровода и не зависит от начальных условий;
- противоточные течения возникают на нестационарной стадии на восходящих участках при заполнении трубопровода углеводородной смесью;
- количественный состав дискретной фазы определяет вид структуры потока. Концентрация компонент в непрерывных фазах является доминирующим фактором в образовании структуры потока;
- формирование дисперсно-кольцевого режима течения на нестационарной стадии происходит при однонаправленности скорости течения непрерывных фаз в трубопроводе.

В работе дана формулировка и результаты расчета задачи упругого деформирования трубопровода под действием динамических нагрузок со стороны транспортируемой жидкости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бекман, В. Катодная защита от коррозии : пер. с нем. / В. Бекман, В. Швенк. – М. : Металлургия, 1984. – 496 с.

**УДК 622.691.4**

### **УНИКАЛЬНЫЙ ОПЫТ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ ПО «ГОРЯЧЕМУ» МАГИСТРАЛЬНОМУ НЕФТЕПРОВОДУ «ОЗЕК-СУАТ-ГРОЗНЫЙ»**

**И. М. Тугунова, Н. А. Гаррис**

*Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа, Российская Федерация*

С каждым годом в России и других странах увеличивается добыча высоковязких нефтей, которые составляют 80% мировых запасов.

Хорошо зарекомендовал себя способ перекачки нефти с подогревом. Но при недогрузке трубопроводов неизбежно встает вопрос о выборе

технологии перекачки. Циклическая перекачка при высоких температурах – явление очень редкое в магистральном транспорте, а так как лабораторный эксперимент в этом случае неприемлем, то требует изучения прошлый опыт промышленной эксплуатации подобных нефтепроводов.

Магистральный нефтепровод «Озек-Суат-Грозный» диаметром 325 мм и протяженностью 200 км, введенный в эксплуатацию в 1955 г., стал первым отечественным «горячим» нефтепроводом и предназначался для перекачки нефти промыслов Озек-Суат, Величаевка, Зимняя Ставка и месторождений прикумской равнины. Перекачка этой высоковязкой нефти по трубопроводу была возможна либо путем снижения температуры ее застывания, либо с подогревом. Снизить температуру застывания нефти, кроме депарафинизации, было возможно термической обработкой нефти, разбавлением низкозастывающими нефтями или нефтепродуктами, обработкой нефти присадками и механическим перемешиванием.

После проведения экспериментов стало очевидно, что термообработка мало влияет на температуру застывания нефти, что объясняется большой концентрацией твердых парафиновых углеводородов (17–26%) и малым количеством содержащихся асфальто-смолистых веществ – асфальтенов (0,37–0,97%). Это определило нецелесообразность термической обработки нефти. Вопрос о понижении температуры застывания нефти путем разбавления их с другими нефтями или введением присадок также не был решен положительно.

Нефтепровод «Озек-Суат-Грозный» был спроектирован в расчете на зимние условия работы. При этом учитывалось, что нефть по прибытии на следующий пункт подогрева должна иметь температуру хотя бы на 5 °С больше, чем температура застывания, что обеспечивало запас надежности. Также были приняты резервы мощностей насосного оборудования, позволяющие в 1,2–1,3 раза увеличить давление в трубопроводе в случае образования пробок, при возобновлении перекачки после остановки и т. д.

Выбор проектной производительности нефтепровода был связан с перспективой значительного увеличения добычи нефти и относительно небольшим объемом перекачки в начальный период работы нефтепровода.

Впервые для обеспечения перекачки неполного суточного количества нефти в начальный период и дальнейшего нарастания производительности до проектной было решено сначала вести перекачку с перерывами (циклами), для чего на головной площадке нефтепровода, а также на промежуточных станциях были предусмотрены емкости накопления.

Расчеты скорости остывания нефти по мере следования ее по трубопроводу показали, что зимой при начальной температуре подогрева 60 °С и конечной 28 °С расстояние между пунктами подогрева должны составлять около 30 км, что и определило расстановку по трассе семи пунктов подогрева.

До 60-х годов трубопровод работал периодически, в месяц осуществлялось две перекачки продолжительностью 6–9 дней каждая. Среднесуточная

производительность трубопровода – 5400 т/сут. На время остановки (до 10 дней) озек-суатская нефть замещалась легкой незастывающей нефтью, температура которой к концу периода остановки понижалась до 8–9 °С (на 1–2 °С выше температуры грунта на глубине заложения оси трубопровода в ненарушенном тепловом состоянии). Во время очередного пуска «голова» нефти проходила участок между станциями приблизительно за 7,5 часов и охлаждалась с 44–45 °С до 13–18 °С зимой. Прогрев трубы до относительно установившегося теплового состояния продолжался от 1 до 3 суток.

При проектировании второй нитки трубопровода «Озек-Суат-Грозный» в 1960 г., которым под руководством Яблонского В. С. в Уфимском нефтяном институте занимались Новоселов В. Ф., Тугунов П. И. и Харламенко В. И., в результате изучения работы уже действующего трубопровода, а также проведенных серий экспериментов был сделан вывод о том, что циклическая перекачка является нежелательной для «горячих» трубопроводов.

Но, с другой стороны, постоянная работа трубопровода с годовой производительностью меньше проектной вызывает значительное увеличение эксплуатационных затрат, а также становится необходимым сооружение дополнительных подогревательных станций. В 1972 г. Гаррис Н. А. предложила методику расчета циклического режима эксплуатации «горячих» трубопроводов для уже эксплуатирующихся трубопроводов и для проектируемых трубопроводов с сооружением таких емкостей резервуарного парка, которые бы обеспечивали оптимальный циклический режим работы трубопровода, а также оценила целесообразность циклической эксплуатации с использованием имеющихся емкостей.

## УДК 696.2

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫНОСА ЖИДКОСТНЫХ СКОПЛЕНИЙ ИЗ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

**М. Е. Усольцев, А. А. Коршак**

*Санкт-Петербургский государственный горный университет  
им. Г. В. Плеханова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Анализ статистических данных по качеству поставляемого на экспорт газа показывает, что имеют место случаи ухудшения качества газа контрактным требованиям по температуре точки росы по содержанию влаги и углеводородам. Показатели же качества осушки газопроводов после строительства и капремонтов нормативами не установлены, и в проектах строительства объектов не обосновываются.

Причинами повышения точки росы являются:

– недостаточно качественная подготовка газа на промыслах;