

## Разработка математической модели гидравлического сопротивления участка трубопровода с учетом влияния теплопереноса и структуры режимов водонефтяной смеси

Пашали А.Ф.\*, Михайлов В.Г.\*\*

\*ПАО «НК «Роснефть», Уфа

\*\*ООО «РН.БашНИПИНефть», Уфа

Целью работы является разработка математической методики расчета потерь давления на гидравлическое трение, которая сводится к определению влияния структуры течения на параметр объемного содержания воды или нефти в смеси, а также на величину гидравлического сопротивления трубопровода с учетом температурных изменений физических свойств нефти. Учет структуры течения смеси вода-нефть необходим при проведении гидравлических расчетов промысловых трубопроводных систем для транспортировки флюида после предварительной подготовки нефти на технологических объектах, важным моментом при проведении инженерных расчетов водонефтяных трубопроводных систем является также тепловое моделирование течения с целью установления распределения средней температуры в различных структурах потока вода-нефть по длине трубопровода в пределах участка с одинаковыми теплофизическими свойствами грунта (окружающей среды). Температура транспортируемой водонефтяной смеси оказывает влияние на производительность трубопровода: понижение температуры сопровождается увеличением вязкости нефти, что создает дополнительное сопротивление трения о внутренние стенки трубы, требуя больше энергии для перекачивания одинакового количества флюида.

Авторами разработана математическая мо-

дель для расчета гидравлического сопротивления участка трубопровода с учетом влияния теплопереноса и структуры следующих режимов водонефтяной смеси: стратифицированного; стратифицированного с перемешиванием на границе раздела жидкостей; дисперсного «нефть в воде и вода»; дисперсного «нефть в воде»; дисперсного «вода в нефти»; дисперсного «вода в нефти» и дисперсного «нефть в воде». Приведены расчетные и экспериментальные зависимости относительного объемного содержания воды от приведенной скорости воды при заданных значениях приведенной скорости нефти и зависимости потерь напора от приведенной скорости воды при заданных значениях приведенной скорости нефти, которые наглядно демонстрируют влияние структуры течения флюида на величину объемного содержания воды и потерь напора течения. Проведен тепловой расчет расслоенных и дисперсных режимов течения водонефтяной смеси в трубопроводе, при допущении, что тепло, потерянное флюидом в сегменте трубы, должно быть равным теплу, переданному в окружающую среду.

Сопоставление расчетных и экспериментальных данных показало, что разработанная методика позволяет с приемлемой погрешностью, не превышающей 5%, проводить термобарические расчеты промысловых участков трубопроводов.