

Прогнозирование структуры течения газожидкостной смеси в рельефных трубопроводах

Пашали А.А.

ПАО «НК «Роснефть», Уфа

Актуальность работы обусловлена необходимостью моделирования образования жидкостных пробок в процессе транспортировки газа по рельефным трубопроводам с целью повышения надежности их эксплуатации. Ввиду поздней стадии разработки основной части месторождений РФ, добываемые флюиды характеризуются высокой поверхностной температурой, вследствие чего на этапах предварительной подготовки нефти осуществляется режим горячей промысловой сепарации попутного газа. При транспортировке отсепарированного газа по трубопроводам, проложенным по холмистой местности, в процессе постепенного остывания газа происходит образование жидкостных (конденсатных) пробок, в особенности на V-образных участках трубопровода.

При определенных условиях (в зависимости от скорости потока газа) застойные зоны жидкости на V-образных участках трубопровода способны терять устойчивость, что приводит к появлению режимов течения в виде периодических жидкостных пробок. Данный режим течения при транспортировке газоконденсатной смеси по трубопроводу может вызвать вибрацию, перемещение труб относительно эстакады и, как следствие, привести к разрушению элементов трубопровода.

В работе представлен анализ известных методов предсказания структуры течения газожидкост-

ной смеси на V-образных участках трубопровода на основе данных по параметрам трубы и свойствам флюидов. Автором разработан механистический метод определения условий начала процесса пробкообразования в застойной зоне трубопровода, основанный на решении задачи устойчивости Г. Гельмгольца и У. Кельвина для области тангенциального разрыва скоростей на границе двух контактирующих жидкостей в предположении безвихревого течения. При этом в расчетной схеме заложено, что жидкость и газ на границе раздела имеют разрывы по плотности и скорости, а распределение давления по всей системе является непрерывным.

Получено условие потери устойчивости волнового течения и, соответственно, перехода к пробковому режиму течения, на восходящем участке рельефного трубопровода. Сопоставление расчетной и экспериментальной границы потери устойчивости волнового течения в узком сечении V-образного участка трубы показало, что расхождение расчетных и экспериментальных данных не превышает погрешности, допустимой при инженерных расчетах.

Полученные результаты планируется применять при проведении гидравлических расчетов трубопроводных систем, служащих для транспортировки попутного газа с технологических объектов, в процессе проектирования поверхностного обустройства нефтяных месторождений.