

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СДВИГА ЗАСТЫВШЕЙ ПАРАФИНОВОЙ НЕФТИ В ТРУБОПРОВОДЕ

В.К. Тян, А.В. Пименов

*Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

Представлен системный подход к синтезу пусковых давлений сдвига, основанный на экспериментальных данных.

Ключевые слова: высокопарафиновая нефть, пусковые давления, напряжение сдвига, обратная задача, фундаментальные структуры.

Постоянно растущий спрос на нефть и иссякающие запасы легкой нефти привели к увеличению добычи высокопарафиновых застывающих нефтей.

При плановых или аварийных остановках трубопроводов, когда температура нефти опускается до температуры ее застывания и ниже, она начинает представлять собой структурированную жидкость, проявляющую свойства твердых тел. Это обусловлено высокой прочностью объемной решетки парафина. При остановке перекачки прочность парафиновой решетки за счет тиксотропии вырастает, нефть теряет «текучесть» и застывает.

Для пуска трубопроводов с застывшей парафиновой нефтью необходимо приложить к ней определенное давление, обеспечивающее ее сдвиг и частичное разрушение решетки парафина в нефти. Такая ситуация может возникнуть как на изотермических, так и на «горячих» нефтепроводах, где застывание высокопарафиновой нефти происходит на конечных участках трубопровода (перед промежуточными станциями подогрева нефти).

Вопросами возобновления перекачки застывших парафиновых нефтей занимались В.И. Черников, П.И. Тугунов, М.В. Лурье, С.Н. Челинцев, В.Ф. Новоселов, В.Е. Губин, Л.С. Абрамзон, К.В. Мукук, В.Н. Дегтярев, А.Ф. Юкин и другие исследователи. Был внесен существенный вклад в проблему оценки возможных механизмов сдвига застывшей нефти, получены эмпирические формулы для расчета пускового давления как для изотермических, так и для «горячих» трубопроводов с учетом охлаждения их после остановки.

Однако проблема совершенствования технологии и надежности пуска «замороженных» трубопроводов с парафиновыми высокостывающими нефтями после их длительной остановки остается актуальной [1].

Для достижения поставленной цели были проведены экспериментальные исследования застывающей нефти в лабораторных условиях на специальном трубном стенде (рис. 1).

Величина пускового давления ограничена прочностными характеристиками насоса и трубы. Поэтому стоит задача нахождения оптимальной программы изменения во времени пускового давления с ограниченной скоростью его нарастания.

Владимир Константинович Тян (д.т.н., доц.), заведующий кафедрой «Трубопроводный транспорт».

Алексей Вячеславович Пименов, ассистент.

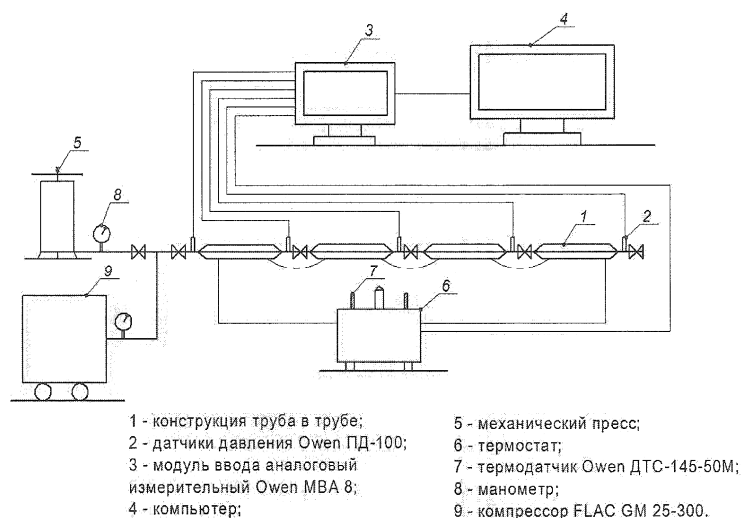


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Нахождение оптимального решения связано с получением математических зависимостей величины пускового давления от температуры нефти и времени тиксотропного упрочнения парафина в ней на основании экспериментальных зависимостей, полученных на трубном стенде.

На рис. 2 представлена зависимость начального напряжения сдвига от температуры нефти.

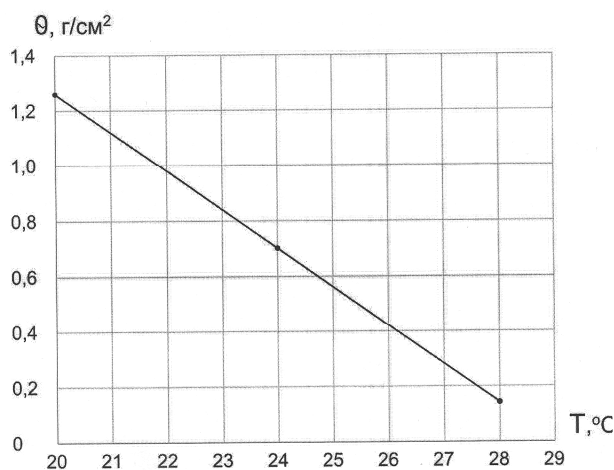


Рис. 2. Зависимость начального напряжения сдвига от температуры нефти

Как следует из рис. 2, приведенная зависимость носит линейный характер в рассмотренном диапазоне температур и позволяет определить минимальные пусковые давления.

Также линейный характер имеет зависимость начального напряжения сдвига от времени нахождения нефти в покое (рис. 3).

Для определения оптимальных сдвиговых давлений адекватной и удобной формой описания застывшей нефти, передающей сдвиговые давления вдоль трубы, являются математические модели типа «вход – выход». Как показывают результаты

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

Таким образом, возможно было бы решение споров между субъектами по поводу

Сформулированное обратное решение является с использованием предположения

19 31

Сравнение реакции ОУ на синтезированный сигнал с его переходной функцией (разница не превышает 0,1 %) подтверждает правильность решения сформулированной обратной задачи.

Таким образом, возможна реализация давлений сдвига застывшей парафиновой нефти, не являющихся критическими в указанном выше смысле, но по эффективности им не уступающих.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пименов А.В., Дегтярев В.Н. О возможных механизмах распространения давления в нефтепроводе с застывшей парафиновой нефтью // Нефтегазовые технологии: сб. трудов Международной научно-практической конференции. Т. II. – Самара: Самарский гос. тех. ун-т, 2010. – С. 107-112.
2. Тянь В.К., Дегтярев В.Н., Тянь П.В., Пименов А.В. Математическое моделирование застывшей парафиновой нефти при транспортировке по трубам // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 11 (27), 5(2), 2009. – С. 358-361.
3. Тянь В.К., Пименов А.В., Дегтярев В.Н. Идентификация застывшей парафиновой нефти как объекта управления при транспортировке по трубам // Нефтегазовые технологии: сб. трудов Международной научно-практической конференции. Т. II. – Самара: Самарский гос. тех. ун-т, 2010. – С. 141-143.
4. Тянь В.К. Редукция процедуры синтеза многомерных линейных систем управления к синтезу одномерных с типовым объектом // Новые технологии, мехатроника, автоматизация, управление. – 2008. – № 4 (85). – С. 2-7.

Статья поступила в редакцию 31 октября 2013 г.

COMPREHENSIVE STUDY OF SOLIDIFIED PARAFFIN OIL SHEAR PROCESS IN A PIPELINE

V.K. Tian, A.V. Pimenov

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

This paper presents a systematic approach to synthesis of starting pressure shifts, based on experimental data.

Keywords: *high-paraffin oil, starting pressure, shear stress, inverse problem, fundamental structures.*