

Галимов Ильяс Амирович

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НЕФТЕПРОВОДА ПРИ ПЕРЕКАЧКЕ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2010/1-1/2.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2010. № 1 (32): в 2-х ч. Ч. I. С. 10-13. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/1-1/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Программа экспериментальных исследований включала настройку технологических параметров преформатора, проведенного в соответствии с разделами 2, 4, 5 и последующее определение остаточных деформаций после свивки каната. Одновременно были проведены испытания каната изготовленного с учетом заводской методики настройки преформатора.

Эксперименты были проведены для канатов двойной свивки изготовленных по ГОСТам 3077-80, 3069-80, диаметры которых изменяются в пределах 25-35 мм, изготовленных по технологии с учетом преформации прядей.

После свивки каната на нем устанавливалась экспериментальная установка, и канат обрезался после обжимных плашек. При наличии в канате остаточного крутящего момента упругой отдачи он поворачивается относительно зажимов 1 и 2 и стрелка указывает величину угла поворота.

Результаты испытаний показали, что после обрезки каната угол поворота его относительно осевой линии был, соизмерим с точностью шкалы. Канаты, изготовленные по заводской методике настройки преформатора, имели угол поворота - 3° . Кроме того, исследуемые канаты характеризовались неизменностью величины шага свивки в процессе их изготовления, который измеряли с помощью штангенциркуля.

Таким образом, разработанный метод расчета напряженно-деформированного состояния проволок каната [1, 3] позволяет выбрать рациональные технологические параметры свивки каната и настройки преформатора. Результаты экспериментальных исследований хорошо согласуются с теоретически полученными значениями параметров настройки преформатора.

Список литературы

1. **Бреславцева И. В.** Расчет НДС состояния проволок каната двойной свивки при его свивке с применением преформации проволок и прядей // Изв. высших уч. заведений Сев.-Кавказ. региона. 2003. Спец. вып. 1. Техн. науки. С. 74-77.
2. **Глушко М. Ф., Шкарупин Б. Е.** О дополнительных усилиях вытяжки при рихтовке и предварительной деформации прядей // Стальные канаты. Киев: Техника, 1969. Вып. 6.
3. **Бреславцева И. В., Туркеничева Л. А.** Особенности математического моделирования технологического процесса свивки спиральных канатов // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2009. № 6 (25). С. 31-36.

УДК 622.692

Ильяс Амирович Галимов

Уфимский государственный авиационный технический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НЕФТЕПРОВОДА ПРИ ПЕРЕКАЧКЕ[©]

В настоящей работе рассматриваются задачи расчета температурных режимов нефтепровода в режиме перекачки нефти и в режиме остановки. Рассматриваемые задачи определения температурных режимов являются актуальными, в силу того, что 90% нефти транспортируется по трубопроводному транспорту, значительную часть перекачиваемой нефти составляют нефти с высоким содержанием парафинов, смол и асфальтенов, а высокое содержание таких веществ, при низких температурах может привести к существенному повышению вязкости нефти или даже остановке нефтепровода. При перекачке нефти происходит образование пристеночных отложений парафина, смол и асфальтенов.

В работе предлагаются новые математические модели. В отличие от известных математических моделей нефтепроводов, предлагаемые модели являются нестационарными и двумерными. В задаче о перекачке нефти учитывается перенос тепла с нефтью.

В настоящей статье рассматривается задача расчета температурных режимов нефтепровода в режиме перекачки нефти. Требуется определить температуру движущейся в трубе нефти при заданных длине трубы, температуре нефти на входе, температуре окружающей среды, скорости нефти и других физических параметрах.

Построим математическую модель рассматриваемого процесса с учетом теплопередачи от трубы в грунт и переноса тепла с течением нефти.

Рассмотрим продольное сечение трубы диаметром D и длиной L , заполненной нефтью, движущейся турбулентно со средней скоростью v_c . Выведем дифференциальное уравнение с учетом следующих процессов: перенос тепла с движущейся нефтью, теплопроводность в окружающую среду.

Поместим начало координат в крайней точке начала трубы. Направим ось y вдоль трубы, а ось x - поперек. Рассмотрим произвольную точку с координатами (x, y) ($0 \leq x \leq D$, $0 \leq y \leq L$) и опишем около нее пробный прямоугольник со сторонами dx и dy так, чтобы точка (x, y) была в центре этого прямоугольника.



Рис. 1. Продольное сечение трубопровода

Чтобы составить уравнение теплового баланса, учтем следующие процессы: перенос тепла с нефтью и теплопроводность. Оба процесса связаны с границами пробного прямоугольника. Выписав все их и сложив вместе, получим для общего прироста тепла dq в прямоугольнике за время dt следующее выражение:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = c \left(v_c T \left(x, y + \frac{\Delta y}{2} \right) - v_c T \left(x, y - \frac{\Delta y}{2} \right) \right) \Delta x + \left(\left[\frac{\partial T}{\partial x} \left(x - \frac{\Delta x}{2}, y \right) - \frac{\partial T}{\partial x} \left(x + \frac{\Delta x}{2}, y \right) \right] \Delta y + \left[\frac{\partial T}{\partial y} \left(x, y - \frac{\Delta y}{2} \right) - \frac{\partial T}{\partial y} \left(x, y + \frac{\Delta y}{2} \right) \right] \Delta x \right) \quad (1)$$

Переходя к дифференциалам получаем

$$\frac{\partial T}{\partial t} = v_c \frac{\partial T}{\partial y} + \frac{1}{c} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

Такая задача аналогична задаче теплопроводности, в отличие от последней в ней имеется производная первого порядка.

Для данной задачи необходимы начальные и граничные условия.

В качестве начального условия примем расчет температуры согласно СНиП «Трубопроводы» по формуле Шухова.

$$T = T_o + (T_H - T_o) \exp(-ay) \quad (3)$$

Граничные условия определим следующим образом. По боковым стенкам трубы ($x=0$ или $x=D$ при $\forall y$) $T=T_0$ температура равна температуре окружающего грунта.

С начального торца трубы температура равна начальной температуре нефти на выходе из печи T_H . С конечного торца труба считается теплоизолированной, т.е.

$$\frac{\partial T}{\partial y} = 0 \quad (4)$$

Сформулированная задача является смешанной начально-краевой задачей.

Ни один существующий численный метод в чистом виде не подходит для проведения расчета теплового режима нефтепровода для данной модели [3, с. 1-213].

В качестве основы алгоритма решения поставленных задач возьмем локально-одномерную схему (схему расщепления по координатам), которую необходимо модифицировать в связи с тем, что уравнение отличается от уравнения теплопроводности наличием в нем члена с производной первого порядка по пространственной координате.

Для решения поставленной задачи с использованием предложенных автором модели и модификации метода дробных шагов было разработано программное средство, позволяющее на основе данных о длине, диаметре трубы, температуре нефти на входе в трубу, температуре внешней среды, времени эксперимента, скорости течения нефти, коэффициенте температуропроводности нефти с учетом параметров расчетной сетки вычислять значения температуры нефти в каждой точке нефтепровода в каждый момент времени, в том числе температуру в конечном сечении в момент окончания эксперимента.

Настоящая программа была соответствующим образом протестирована и проверена.

С помощью разработанного программного средства была проведена серия численных экспериментов.

Рассмотрим нефтепровод, находящийся в стационарном режиме работы. Скорость перекачки нефти 0,19 м/с, Начальная температура нефти +70°C, температура внешней среды -20°C. Зависимость средней температуры в выходном сечении трубопровода от диаметра трубопровода изображена на рисунке.

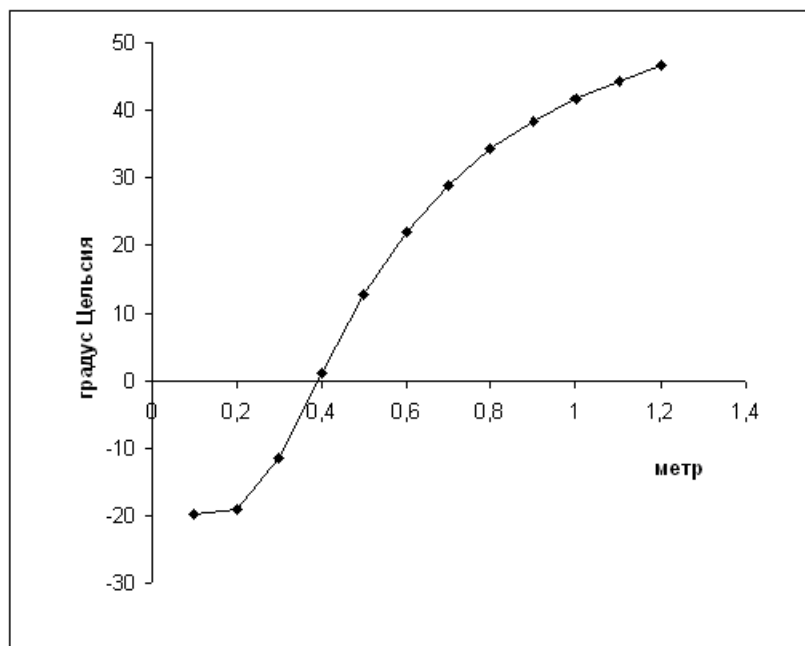


Рис. 2. Зависимость средней температуры в выходном сечении трубопровода от диаметра трубопровода

Легко видеть, что для трубопровода длиной 50000 м при скорости 0,19 м/с и начальной температуре +70°C и критической температуре для нефти +40°C, диаметр трубопровода не должен быть меньше, чем 1 м. Таким образом, данная программа может применяться и в проектировании трубопровода с целью определения необходимого диаметра трубопровода.

Важной проблемой так же является определение необходимой температуры подогрева (температура нефти на входе трубопровода) для заданного трубопровода. Температура подогрева должна быть таковой, чтобы температура нефти на выходе была не ниже критической (например, 40°C). Для трубопровода длиной 50000 м, диаметром 1 м, со скоростью течения нефти 0,19 м/с, расположенного во внешней среде с температурой -20°C зависимость температуры нефти на выходе от температуры на входе изображена на графике.

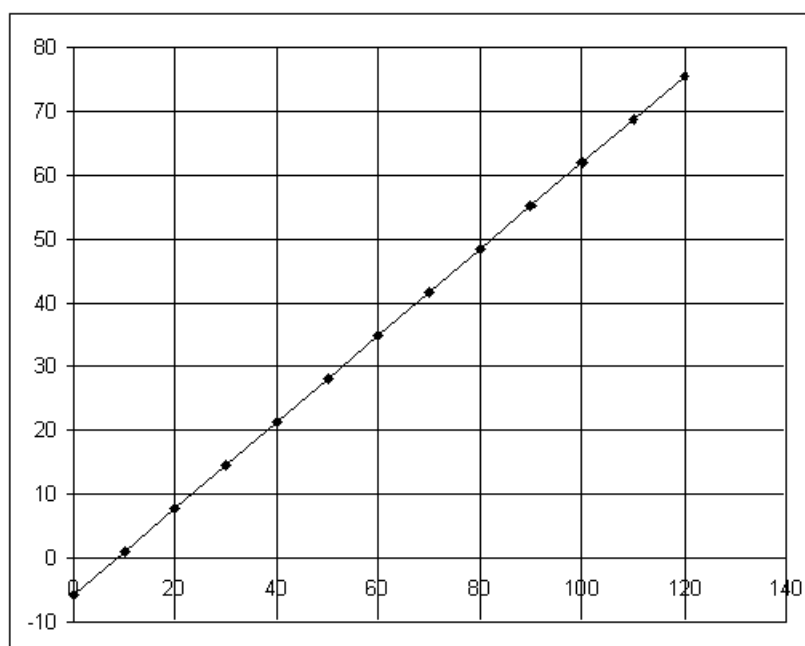


Рис. 3. Зависимость температуры на выходном сечении от температуры нефти на входе в трубопровод

Как видно из графика, температура нефти, поступающей в трубопровод не должна быть меньше, чем 70°C .

Наконец, с помощью разработанной автором программы можно моделировать нестационарные режимы работы нефтепровода. Пусть в начале работы трубопровода он был заполнен нефтью с температурой в начале трубы $+50^{\circ}\text{C}$, а в конце 33°C . Пусть, температура изменяется вдоль трубы линейно. Нестационарные режимы могут возникать при изменении различных параметров работы нефтепровода (при запуске после останова, изменении скорости, изменении внешней температуры и др.). Пусть, теперь, на вход подается нефть температурой $+70^{\circ}\text{C}$. Остальные параметры нефтепровода неизменны. Тогда зависимость температуры на выходе от времени будет такой, как изображена на рисунке.

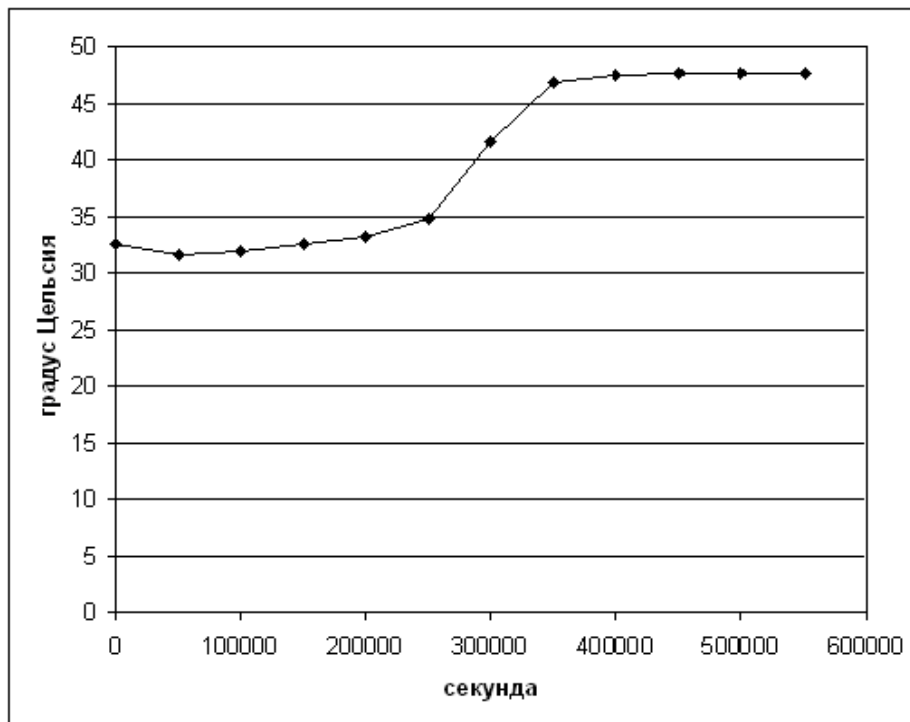


Рис. 4. Зависимость температуры нефти в конце трубы от времени при изменении температуры поступающей нефти с 50°C до 70°C

Как видно, начиная с 400000 секунды = 4,63 суток, происходит стабилизация процесса - выход на стационарный режим работы, что адекватно реальным условиям.

Таким образом, предложенные автором модель, численный метод показали свою адекватность предметной области при проведении численных экспериментов. Разработанная программа, реализующая решение поставленной задачи с использованием построенной модели и модифицированного метода, может быть использована в практической и научной деятельности.

Список литературы

1. Мирзаджанзаде А. Х., Хасанов М. М., Бахтизин Р. Н. Моделирование процессов нефтегазодобычи.
2. Мустафин Ф. М., Кузнецов М. В., Быков Л. И. Сооружение трубопроводов: учеб. пособие. Уфа: Монография, 2004. Т. 1. Защита от коррозии. 609 с.
3. Патанкар С. В. Численное решение задач теплопроводности и конвективного теплообмена при течении в каналах / пер. с англ. Е. В. Калабина; под ред. Г. Г. Янькова. М.: Издательство МЭИ, 2003. 312 с.
4. Самарский А. А., Попов Ю. П. Разностные методы решения задач газовой динамики. 4-е изд., испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. 424 с.
5. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики: учебник. 7-е изд., стереотип.. М.: Наука, 2004. 798 с.