

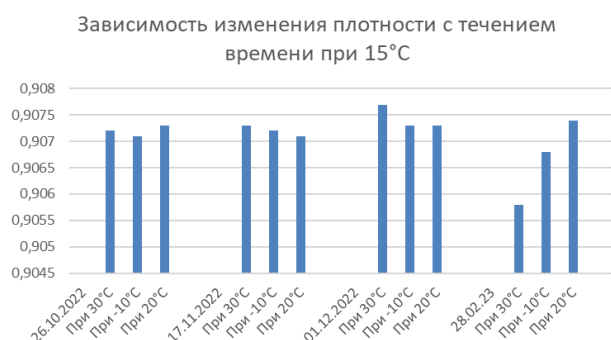


Рис. 1. Изменение плотности при 15 °С, г/см³

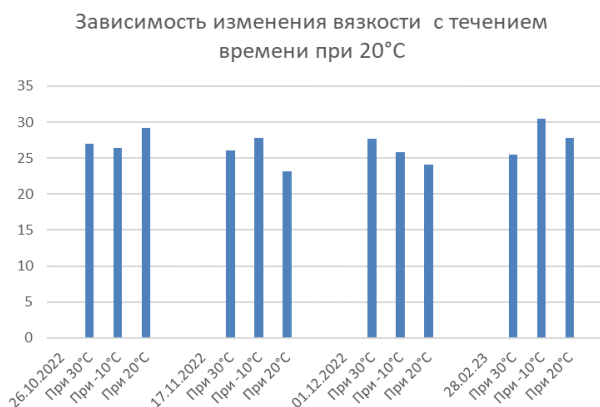


Рис. 2. Изменение вязкости при 20 °С, мм²/с

Список литературы

1. Белозерцева Н. Е., Соснина Д. В., Бальжанова А. Т., Богданов И. А., Киргина М. В. Исследование влияния параметров синтеза биодизельного топлива реакцией переэтерификации на выход и ключевые характеристики

ки продукта // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – СПб., 2021. – С. 23–29.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ

Е. С. Мухина, Н. С. Белинская

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОХИ Н. С. Белинская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, estm25@tpu.ru

Обеспечение непрерывной транспортировки нефти и нефтепродуктов по трубопроводам является одной из значимых задач устойчивого развития нефтяной промышленности.

При анализе литературы в области транспорта нефти и нефтепродуктов по трубопроводам и данных по эксплуатации трубопроводов на месторождении выявлено, что наибольшее влияние на срок службы трубопроводов и выход их строя оказывает коррозия стенок трубопроводов.

Физико-химические процессы, протекающие при коррозии, поддаются управлению в реальном режиме эксплуатации трубопровода без остановки перекачки нефти и нефтепродуктов путем добавления в поток нейтрализаторов и ингибиторов.

В настоящее время для управления различными процессами в режиме реального времени в нефтяной отрасли используются цифровые двойники. Цифровые двойники, в основу которых заложены математические модели протека-

ющих физико-химических процессов, показывают высокую точность расчетов и оперативность в оптимизации и управлении процессами.

Целью данной работы является разработка методики прогнозирования технического состояния нефтепроводов на основе математической модели процесса коррозии.

На первоначальном этапе разработки математической модели были проанализированы литературные данные о механизмах коррозии [1, 2], составы и свойства нефти одного из месторождений РФ, характеристики материалов, из которых изготовлены трубопроводы.

На основе полученной информации сформирована схема превращений в процессе коррозии, включающая электрохимическую коррозию, сероводородную коррозию и уголекислотную коррозию. Предложенная схема превращений позволяет учесть изменяющийся состав нефти, а именно содержание в ней коррозионно-активных соединений, что позволит применять мето-

дику при разной степени обводненности нефти, содержании кислорода, сероводорода и углекислого газа.

Математическая модель процесса коррозии записывается в виде системы дифференциальных уравнений.

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dC_1}{dt} &= -k_1 C_1 C_2^2 - k_3 C_1 C_4 - k_4 C_1 C_5 C_2 \\ \frac{dC_2}{dt} &= -2k_1 C_1 C_2^2 - 2k_2 C_6^4 C_3 C_2^2 - k_3 C_1 C_4 - k_4 C_1 C_5 C_2 \\ \frac{dC_3}{dt} &= -2k_2 C_6^4 C_3 C_2^2 \\ \frac{dC_4}{dt} &= -k_3 C_1 C_4 \\ \frac{dC_5}{dt} &= -k_4 C_1 C_5 C_2 \\ \frac{dC_6}{dt} &= k_1 C_1 C_2^2 - 4k_2 C_6^4 C_3 C_2^2 \\ \frac{dC_7}{dt} &= 4k_2 C_6^4 C_3 C_2^2 \\ \frac{dC_8}{dt} &= k_3 C_1 C_4 \\ \frac{dC_9}{dt} &= k_4 C_1 C_5 C_2 \\ \frac{dC_{10}}{dt} &= k_1 C_1 C_2^2 + k_3 C_1 C_4 + k_4 C_1 C_5 C_2 \end{aligned} \right.$$

Для реагирующих веществ приняты следующие индексы: 1 – Fe; 2 – H₂O; 3 – O₂; 4 – H₂S; 5 – CO₂; 6 – Fe(OH)₂; 7 – Fe(OH)₃; 8 – FeS; 9 – FeCO₃; 10 – H₂.

Разработанная математическая модель реализована в виде компьютерной программы и может применяться в качестве цифрового инструмента для прогнозирования скорости коррозии и технического состояния трубопроводов, а также для определения оптимального количества нейтрализаторов и ингибиторов, которое необходимо подавать в трубопровод для снижения скорости коррозии в реальном времени, что позволит продлить срок службы трубопроводов и снизить расходы на дорогостоящие нейтрализаторы и ингибиторы коррозии.

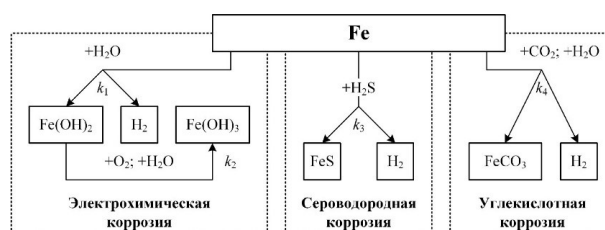


Рис. 1. Схема превращений в процессе коррозии

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕСЕЙ НЕФТЯНОЕ ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО/БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО ИЗ ОТРАБОТАННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

А. И. Наурусов, И. А. Богданов

Научный руководитель – ассистент ОХИ ИШПР ТПУ И. А. Богданов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
ain12@tpu.ru

Биодизель является альтернативным видом топлива, состоящим из моноалкильных эфиров жирных кислот, полученных реакцией переэтерификации при химическом взаимодействии растительного масла или животных жиров со спиртом. Биодизель является проверенным видом топлива с более чем двадцатилетней историей эксплуатации в Европе и США [1].

В данной работе был синтезирован биодизель, в качестве сырья было использовано отработанное масло, полученное с одного из предприятий общественного питания г. Томска.

Синтез биодизеля был проведен согласно методике, представленной в [3]. Выход по маслу составил 67,84 % масс.

Далее из полученного биодизеля и зимнего дизельного топлива, приобретенного на одной из розничных АЗС г. Томска, были приготовлены 6 образцов состава: В – 100 % об. биодизельного топлива; D – 100 % об. дизельного топлива; B5 – 5 % об. биодизельного топлива и 95 % об. дизельного топлива; B10 – 10 % об. биодизельного топлива и 90 % об. дизельного топлива; B15 – 15 % об. биодизельного топлива и 85 %