

УДК 621.777

Анализ прочностных характеристик защитного покрытия трубопроводов в зависимости от температуры

**В.О. Анкудинов, Р.С. Шайхетдинова, В.В. Бронская, О.С. Харитонов*,
Г.А. Аминова**

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
ул. Карла Маркса, 68, 420015, Казань, Россия

* E-mail: olga.220499@mail.ru

Аннотация. Исследование коррозионных процессов, протекающих в трубопроводах для совершенствования существующих методов определения степени коррозии и уточнения существующих моделей по теме исследования. Рассмотрены причины возникновения коррозии в трубопроводах, ингибиторы коррозии. Был проведен перерасчет по экспериментальным данным из литературных источников при помощи Wolfram Mathematica, для каждой выборки данных были построены графики и подобраны аппроксимирующие функции. Исследованы адгезионные свойства различных покрытий трубопроводов, проведено моделирование влияния различных факторов на протекание коррозионных процессов, проведено уточнение моделей, встречающихся в литературе по теме исследования. Определена корреляция интенсивности коррозии и надежности и долговечности эксплуатации нефтепроводов, рассмотрено влияние адгезии и теплового расширения

Ключевые слова: трубопровод, нефтепровод, анализ, коррозия

Analysis of the strength characteristics of the protective coating of pipelines depending on temperature

**V.O. Ankudinov, R.S. Shaikhetdinova, V.V. Bronskaya, O.S. Kharitonova*,
G.A. Aminova**

Kazan National Research Technological University, 68 Karl Marx Street, Kazan,
420015, Russia

* E-mail: olga.220499@mail.ru

Abstract. Corrosion processes occurring in pipelines were researched to improve existing methods for determining the degree of corrosion and clarify existing models on the topic of research. The causes of corrosion in pipelines, corrosion inhibitors are considered. Recalculation was carried out using experimental data from literary sources using Wolfram Mathematica. Graphs were built and approximating functions were selected for each data sample. The adhesion properties of various coatings of pipelines have been investigated, the influence of various factors on the course of corrosion processes has been simulated and the models found in the literature on the research topic have been refined. The correlation between the corrosion intensity and the reliability and durability of the operation of oil pipelines is determined, the influence of adhesion and thermal expansion is considered.

Keywords: pipeline, oil pipeline, analysis, corrosion

1. Введение

Надежность и долговечность эксплуатации нефтепроводов в большинстве случаев явно коррелирует с интенсивностью их коррозии [1-4]. Из чего следует, что качество и современность коррозионной защиты очень важны при проектировании трубопроводов [5-7].

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Ежегодно затраты, так или иначе связанные с коррозией, приводят к убыткам, измеряемым в процентах от ВВП стран. Что делает изучение коррозионных процессов и, разработку и совершенствование методов борьбы с ними, как никогда актуальными. Бесспорна не только экономическая целесообразность, но и актуальная в последние годы «биологическая» сторона вопроса. Ведь каждый порыв нефтепровода приводит к разрушительным последствиям для природы.

Поэтому основным требованием, предъявляемым к материалам нефтепроводов, является стойкость перед коррозией.

3. Методы и материалы исследования

Основным материалом нефтепроводов как правило выступали металлы. Как основные виды коррозии металлов, рассматриваются три вида коррозии - химическая, электрохимическая и биохимическая (микробиологическая) коррозии.

Первый возникает в следствии гетерогенной химической реакции с неэлектролитами в зонах прямого контакта, второй же – на поверхности металла в результате окисления в среде электролита. И третий вид коррозии возникает ввиду воздействия микроорганизмов на металл. Металл либо служит питательной средой микроорганизмов и от того корродирует, либо корродирует из-за продуктов их жизнедеятельности. Чаще всего она возникает в среде электролитов и протекает совместно с электрохимической.

На скорость развития коррозии влияют как внутренние, так и внешние факторы. К внутренним относятся – природа металла, состояние его поверхности и кристаллической структуры. К внешним – влажность, воздухопроницаемость грунта, состав и концентрация химически агрессивных веществ в окружающей среде, концентрация водородных ионов, температура и удельное электрохимическое сопротивление среды.

Полученные аппроксимирующие функции с помощью Wolfram Mathematica имеют полиномиальный вид:

- для адгезионной прочности

$$A = 239.12587412587433 - 1.314102564102567t - 0.025699300699300667t^2 + 0.00018648018648018548t^3 \quad (1)$$

- для предела прочности

$$P = 22.819593023897752 - 0.2026676338287283y - 0.0005341178854062706y^2 + 0.00000723746735634228y^3 \quad (2)$$

4. Полученные результаты

Проведем анализ изменения прочностных характеристик защитного покрытия трубопроводов в зависимости от эксплуатационных температур (рисунок 1-2). На основе экспериментальных данных [8,9] для каждой выборки данных были построены графики и подобраны верные аппроксимирующие функции.

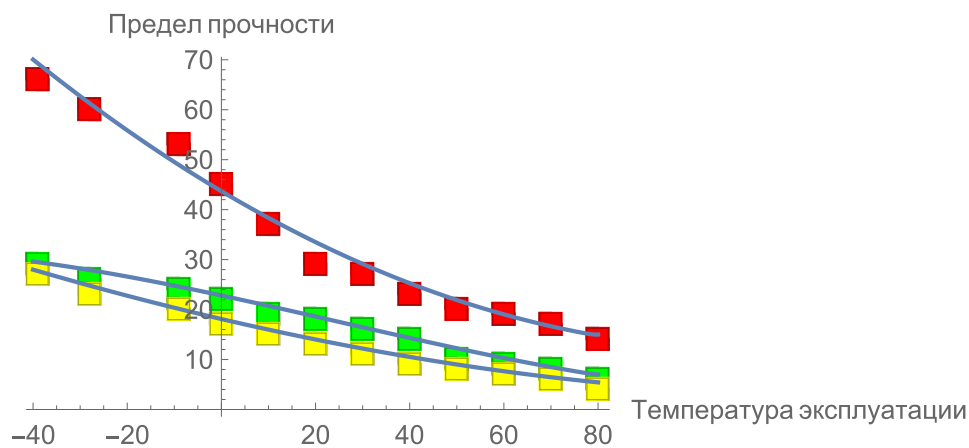


Рисунок 1. Изменение предела прочности изоляционного покрытия в зависимости от температуры эксплуатации.

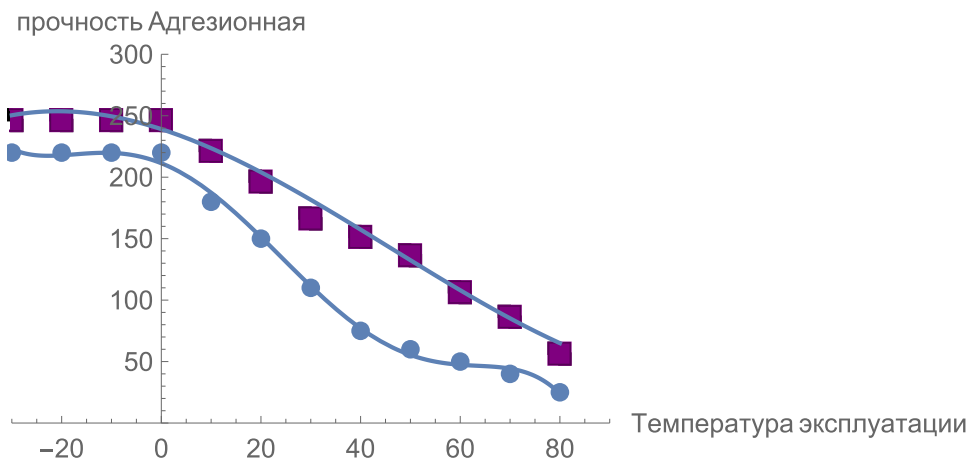


Рисунок 2. Изменение адгезионной прочности изоляционного покрытия в зависимости от температуры эксплуатации(уточненный).

Таким образом, надежность и долговечность эксплуатации нефтепроводов в большинстве случаев явно коррелирует с интенсивностью их коррозии. Что делает изучение коррозионных процессов и, разработку и совершенствование методов борьбы с ними, как никогда актуальными.

На основе проведенных исследований можно представить основные направления развития мер коррозионной защиты. Основной упор стоит делать на ПЭТ покрытия трубопроводов, стараясь в первую очередь увеличить их адгезию и решить проблемы связанные с тепловым расширением покрытия.

5. Выводы

Были произведены уточняющие расчеты, которые могут помочь в понимании и дальнейшем развитии мер, препятствующих коррозии, выведены формулы для некоторых коррозионных процессов.

Список литературы

1. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. – М.: Металлургия, 1976.
2. Коршак, А.А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов / А.А. Коршак, А.М. Нечваль. – СПб.: Недра, 2008. – 488 с.
3. Бронская, В.В., Расчет глубины коррозионного поражения / В.В. Бронская, Р.С. Шайхетдинова, // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021612226, 15.02.2021. Заявка № 2020667552 от 21.12.2020.
4. Володченко, Т.В. Математическое описание процесса озонирования / Т.В. Володченко, О.С. Харитонова, В.В. Бронская [и др.] // В сборнике: Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. Сборник научных статей по итогам четвертой международной научной конференции. – 2020. – С. 249-250.
5. Шайхетдинова, Р.С. Расчет напряжения пластического течения аустенита от степени деформации, её скорости и температуры / Р.С. Шайхетдинова, В.В. Бронская // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020667764, 29.12.2020. Заявка № 2020666860 от 17.12.2020.
6. Исследование влияния повышенных температур на механические свойства и характеристики трещиностойкости металла трубопроводов из коррозионно-стойких сталей / М.А. Назарова, Г.А. Аминова, В.В. Бронская, Г.В. Мануйко // В книге: Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании. тезисы докладов X Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию первого декана математического факультета БашГУ Зигандара Иргалеевича Биглова. УФА: РИЦБАШ Г. – 2018. – 53 с.
7. Назарова, М.А. Моделирование процесса азотирования серого чугуна / М.А. Назарова, И.Ф. Ахметшин, В.В. Бронская [и др.] // В сборнике: Роль фундаментальных исследований при реализации Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года. Материалы V Всероссийской научно-технической

- конференции. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов». – 2019. – С. 207-218.
8. neftegaz.ru. – 2021. – URL: <https://neftegaz.ru/news/Oborudovanie/663194-uchenye-sozdali-reagent-dlya-dobychi-nefti-v-arkticheskikh-usloviyakh/>— Загл. с экрана.
 9. Бахвалов, Г.Т. Защита металлов от коррозии / Г. Т. Бахвалов. – М.: Металлургия, 1964.