ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЭЛЕКТРОХИМИИ им. А.Н. ФРУМКИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

90 лет

PHYCHE.AC.RU

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

90 лет

Москва

ИФХЭ РАН

2019

ИНГИБИТОРНАЯ ЗАЩИТА ТРУБНОЙ СТАЛИ ОТ КОРРОЗИОННОГО РАСТРЕСКИВАНИЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ В СЛАБОКИСЛЫХ И НЕЙТРАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ

В.Э. Игнатенко[1],М.А. Петрунин[1],Л.Б. Максаева[1],Т.А. Юрасова[1],Н.А. Гладких[1], М.А. Малеева[1],А.А. Рыбкин[1],А.И. Маршаков[1],Ю.И. Кузнецов[1],Р.И. Богданов[2], И.В. Ряховских[2]

[1]Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, 119071, Москва, Ленинский проспект, 31, корп. 4
[2] ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Москва, Россия

Определены типы органических ингибиторов коррозии, которые наиболее эффективно тормозят коррозионное растрескивание под напряжением трубной стали X70 в модельных грунтовых электролитах, с pH близким к нейтральному. Проведены сравнительные испытания на адгезионную прочность, водостойкость, стойкость к катодному отслаиванию покрытий, полученных при существующей технологии изоляции трубопроводов и модифицированных ингибиторными композициями.

The types of organic corrosion inhibitors that most effectively inhibit stress corrosion cracking of X70 pipe steel in model ground electrolytes, with pH near to neutral, are determined. Comparative tests on the adhesive strength, water resistance, and cathodic peeling resistance of coatings obtained with the existing technology of pipe insulation and modified with inhibitory compositions have been carried out.

Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) является наиболее опасным видом подземной коррозии трубопроводов высокого давления. Коррозионные трещины на внешней стороне трубы появляются под отслоившимся изоляционным покрытием, поэтому электрохимическая защита трубопроводов не может предупредить возникновение и развитие дефектов КРН. В этой связи, весьма перспективной представляется задача создания антикоррозионных защитных покрытий нового типа, которые должны не только изолировать металл от воздействия агрессивной среды, но и предупреждать развитие КРН.

Цель работы: установить влияние ингибиторов коррозии, относящихся к различным классам органических веществ, на скорость процесса КРН трубной стали в слабокислом и нейтральном растворах, моделирующих грунтовый (подпленочный) электролит, и определить возможность создания ингибированных покрытий трубопроводов.

Показано, что органические ингибиторы коррозии, а именно, азотсодержащие соединения – ИФХАН-29 и его модификации, ИФХАН-П-3 – композиция на основе фосформолибденовой кислоты, а также ряд других соединений, могут значительно замедлить рост коррозионной трещины при статических механических напряжениях трубной стали X70 в цитратном буфере (pH 5,5), моделирующим слабокислый грунтовый электролит [1]. При этом наблюдается хорошая корреляция между скоростью роста коррозионной трещины и скоростью анодного растворения стали в электролитах, содержащих ингибиторы коррозии. Следовательно, ведущим механизмом роста трещин в трубной стали в слабокислых электролитах является локальное анодное растворение металла. Показано, что способность органических веществ ингибировать процесс КРН может быть оценена по величине плотности анодного тока при постоянном потенциале, выбранном в области активного растворения стали.

Методом медленного растяжения образца с постоянной скоростью изучено влияние ингибиторов на трещиностойкость трубной стали в pH-нейтральном подпленочном электролите NS4 и определены наиболее эффективные в данных условиях типы органических ингибиторов [2]. При введении в фоновый раствор NS4 ионов сульфида

процесс КРН интенсивно развивается, но все исследованные ингибиторы повышают стойкость трубной стали к КРН.

Получены зависимости от температуры скорости роста коррозионной трещины в слабокислом (pH 5,5) растворе и в том же растворе в присутствии сульфид ионов [3]. Показано, что ингибитор на основе ИФХАН-29 тормозит процесс КРН в интервале температур (11-61 °С), отвечающем условиям эксплуатации газопроводов; эффективность действия ингибитора усиливается с ростом температуры. Определены формальные энергии активации процесса роста коррозионной трещины в фоновых растворах и в присутстии ингибитора.

Проведены сравнительные испытания на адгезионную прочность, водостойкость, стойкость к катодному отслаиванию покрытий, полученных при существующей технологии изоляции трубопроводов и модифицированных изученными ингибиторами коррозии и кремнеорганическими соединениями. Показано увеличение адгезионных характеристик битумно-полимерных покрытий в присутствии кремнийорганических соединений [4].

Стендовые испытания, проведенные на базе организации – разработчика изоляционных покрытий газопроводов показали, что введение ингибирующих композиций на основе ИФХАН-П-3 и ИФХАН-29 в битумно-полимерную грунтовку позволяет получить защитное покрытие, соответствующее техническим требованиям ОАО «Газпром», предъявляемым к адгезионным свойствам для покрытий данного типа.

В дальнейшем, на основе проведенных исследований была разработана ингибиторная композиция КР-60, содержащая в своем составе продукты реакции жирных аминов с различными смесями высших ненасыщенных карбоновых кислот. Эффективность указанной композиции экспериментально доказана по результатам опытно-промышленных испытаний на участках магистральных газопроводов [5].

1. Игнатенко В.Э., и др. // Коррозия: материалы, защита, 2016, № 11, С. 27.
2. Маршаков А.И., и др. // Вести газовой науки, 2016, Т.27, № 3, С.48-63
3. Marshakov, A.I., et al. // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition, 2017, V. 6, №2, P. 151-161.
4. Петрунин М.А., и др. // Коррозия: материалы, защита, 2018, № 7, С. 29-34.
5. Арабей А.Б., и др. // Наука и техника в газовой промышленности, 2017, № 3, С. 3-16.