

**КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ  
ПОВЕДЕНИЕ В ПЛАСТОВОЙ ВОДЕ  
СТАЛИ 40Х, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ  
В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕФТЯНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ**

Спиридонов Б.А., Шаруда В.А.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный  
технический университет», Воронеж,  
e-mail: b.a.spiridonov@yandex.ru

Обеспечение безопасной эксплуатации и повышение долговечности нефтяных трубопроводов остается актуальной проблемой. Основная причина аварий на трубопроводах – разрывы труб, вызванные внутренней коррозией. Износ трубопроводов достигает 80%, поэтому частота их разрывов на два порядка выше, чем на магистральных, и составляет 1,5–2,0 разрыва на 1 км. [1]. Наличие в нефти минеральных солей и воды способствует развитию коррозионных процессов в скважинах, ёмкостях и трубопроводах. Известно, что свыше 70% аварий приходится на специфическое разрушение в виде «канавочного» износа [2].

Цель настоящей работы – изучить влияние состава некоторых модельных растворов (пластовая вода и 3% раствор NaCl) на коррозионно-электрохимическое поведение стали 40Х, используемой в производстве нефтяных трубопроводов.

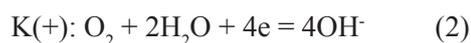
Коррозионные исследования проводили в растворе, соответствующему составу пластовой воды, включающей хлорид натрия (40 мг/дм<sup>3</sup>) и сульфата натрия (10 мг/дм<sup>3</sup>) при общей минерализации 50 мг/дм<sup>3</sup>. В качестве исследуемого материала использовали сталь 40Х (С 0,36–0,44). Стальные образцы площадью S = 10 см<sup>2</sup> помещали в раствор пластовой воды и для сравнения – в 3%-ный раствор хлорида натрия.

Электрохимические измерения проводили потенциодинамическим методом (2 мВ/с) на потенциостате П-5827М. Рабочим электродом служила пластина из стали 40Х с рабочей поверхностью 1 см<sup>2</sup>. В качестве вспомогательного электрода использовали пластину из платины, а сравнения – хлорсеребряный электрод.

Установлено, что с большей скоростью процесс ионизации железа (основной компонент стали) происходит в 3% растворе NaCl, чем в пластовой воде. Например, при E = –0,35 В плотность тока i = 1,8 мА/см<sup>2</sup> для первого раствора и 0,2 мА/см<sup>2</sup> – для второго, что очевидно, можно объяснить более заметным активирующим действием Cl<sup>–</sup> ионов в растворе с повышенной концентрацией NaCl (3%), в сравнении с содержанием в пластовой воде. Известно [2], что железо, как и легирующий компонент стали –

хром, подвергаются активирующему влиянию Cl<sup>–</sup> – ионов, снижая коррозионную устойчивость обоих металлов. Анодный процесс образования защитного слоя заменяется анодным процессом образования растворимых соединений металлов с активным ионом FeCl<sub>2</sub> и CrCl<sub>2</sub>.

Процесс коррозии железа в обоих растворах можно представить в виде схемы:



Была проведена обработка экспериментальных данных для определения эмпирической зависимости, связывающей потенциал и плотность тока. Методом выравнивания доказано, что эта зависимость является экспоненциальной. Параметры зависимости E – i определяли методом наименьших квадратов. В результате анализа и обработки полученных данных были получены следующие эмпирические формулы:

$$E = -0,39 e^{-0,15i} \quad (3)$$

(в 3% растворе NaCl)

$$E = -0,43 e^{-0,33i} \quad (4)$$

(в пластовой воде)

Построение зависимости E – i по полученным формулам (3) и (4) показало хорошее совпадение их с экспериментальными кривыми, что позволяет их использовать для расчета скорости коррозии.

Следует отметить, что в присутствии уротропина скорость коррозии заметно снижается (в 1,5–2 раза) как в хлориде натрия (3), так и в пластовой воде.

Таким образом, можно заключить, что в пластовой воде, входящей в состав нефти, наблюдается коррозия стали 40Х с кислородной деполаризацией. В ряде случаев для определения скорости коррозии может быть применен метод построения поляризационных кривых с использованием формул (3) и (4). Установлено заметное снижение скорости коррозии стали в исследуемых коррозионных растворах в присутствии уротропина, который может быть рекомендован в качестве ингибитора коррозии в нефтяных трубопроводах.

#### Список литературы

1. Смирнова В.В., Мартынюк В.Ф., Прусенко Б.Е. Анализ причин аварийности, мероприятий по предупреждению опасностей и ликвидации последствий аварий на объектах нефтегазодобычи, на нефтепроводах // Безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 7. – С. 33–39.2.
2. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; под ред. И.В. Семеновой. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 371 с.