



УДК 620.193, 622.279

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ ИЗ СТАЛИ 17ГС В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

INVESTIGATION OF THE CORROSION RESISTANCE OF 17GS STEEL TUBING IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

Парфенов Кирилл Викторович

ассистент,
кафедра машины и оборудование нефтегазовых
и химических производств,
Институт нефтегазовых технологий
Самарский государственный технический университет
kparfenovv@mail.ru

Ибатуллин Ильдар Дугласович

доктор технических наук,
и.о. заведующего кафедрой машины и оборудование
нефтегазовых и химических производств,
Институт нефтегазовых технологий
Самарский государственный технический университет
idi71@yandex.ru

Кац Николай Григорьевич

доктор технических наук,
доцент,
кафедра машины и оборудование нефтегазовых
и химических производств,
Институт нефтегазовых технологий
Самарский государственный технический университет
kats.nickolai@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования коррозионного износа насосно-компрессорных труб (НКТ) из стали 17ГС при воздействии агрессивных сред с различными концентрациями солевых растворов NaCl при температуре 25 °С. Анализируются особенности формирования защитных пленок на поверхности металла и их влияние на скорость коррозионного процесса. Полученные данные позволяют определить оптимальные условия эксплуатации НКТ и направления для дальнейших исследований по повышению их коррозионной стойкости.

Ключевые слова: коррозия, насосно-компрессорные трубы, агрессивные среды, концентрация растворов, защитные слои.

Parfenov Kirill Viktorovich

Junior Lecturer,
Department Machinery and Equipment
for Oil and Gas and Chemical industries»
Institute of Oil and Gas Technologies
Samara State Technical University
kparfenovv@mail.ru

Ibatullin Ildar Douglasovich

Doctor of Technical Sciences,
Acting Head of the Department
of Machinery and Equipment for Oil
and Gas and Chemical Industries,
Institute of Oil and Gas Technologies
Samara State Technical University
idi71@yandex.ru

Katz Nikolai Grigorievich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Department of Machinery and Equipment
for Oil and Gas and Chemical Industries,
Institute of Oil and Gas Technologies
Samara State Technical University
kats.nickolai@yandex.ru

Annotation. The article presents the results of a study on the corrosion wear of tubing pipes made of 17GS steel under the influence of aggressive environments with various concentrations of NaCl saline solutions at a temperature of 25 °C. The features of protective film formation on the metal surface and their impact on the corrosion rate are analyzed. The obtained data allow determining the optimal operating conditions for tubing pipes and directions for further research aimed at improving their corrosion resistance.

Keywords: corrosion, tubing pipes, aggressive environments, solution concentration, protective layers.

Проблема коррозии насосно-компрессорных труб (НКТ), используемых на нефтяных месторождениях с высоким содержанием углекислого газа (CO₂) и сероводорода (H₂S), а также подверженных бактериальному заражению, возникла достаточно давно. Однако в последние годы она значительно обострилась вследствие резкого роста частоты отказов оборудования, задействованного в добыче. Устойчивая добыча из коллектора во многом зависит от целостности НКТ. Одной из главных угроз для целостности скважин, в соответствии с требованиями стандартов NORSOK D-010 и ISO 16530-1, является коррозия.

Как показывает практика, срок службы НКТ во многом определяется условиями эксплуатации, выбором материала и эффективностью методов защиты нефтедобывающего оборудования [1, с. 5].

Данная проблема приобретает особую актуальность при разработке месторождений в сложных условиях, где воздействие агрессивных сред в сочетании с эксплуатационными нагрузками существенно ускоряет процесс разрушения труб. В результате среди всех элементов внутрискважинного оборудования именно НКТ подвержены наибольшему износу. Их выход из строя приводит не только к



значительным прямым затратам на ремонт или замену, но и к серьезным косвенным потерям, обусловленным вынужденным простоем скважин.

Объектом исследования являлся фрагмент НКТ, характеризующийся повышенной прочностью и улучшенными коррозионными свойствами. Химический состав исследуемого металла соответствует стали марки 17ГС. Выбор данной марки стали осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 19281–2014 «Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия».

Результаты исследований влияния концентрации раствора NaCl на скорость коррозии металла, при температуре раствора 25 °С приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние концентрации раствора на скорость коррозии металла, при температуре раствора 25 °С.

№ п/п	Концентрация, г/л	Начальная масса, г	Конечная масса, г	Время, ч	K_m^- , г/м ² ·ч	$U_{эф}$, Дж/моль	Примечание
1.	200	12,1345	12,1201	24	0,5093	3326	
2.	70	12,1256	12,1023	24	0,823	2159	
3.	130	12,4591	12,4435	24	0,5518	3132	
4.	30	12,4004	12,3791	24	0,7534	2374	
5.	Водопроводная вода	12,0664	12,0560	22	0,4015	3905	pH = 2

В процессе коррозии на поверхности металла образуется пленка продуктов коррозии, поэтому скорость коррозионного процесса уменьшается. Причем при определенном значении концентрации скорость коррозии падает с ростом концентрации раствора (рис. 1). Как показали исследования, в продуктах коррозии содержатся магнетиты Fe₃O₄ и следы гидратированных хлоридов железа, что снижает содержание активированных ионов Cl⁻.

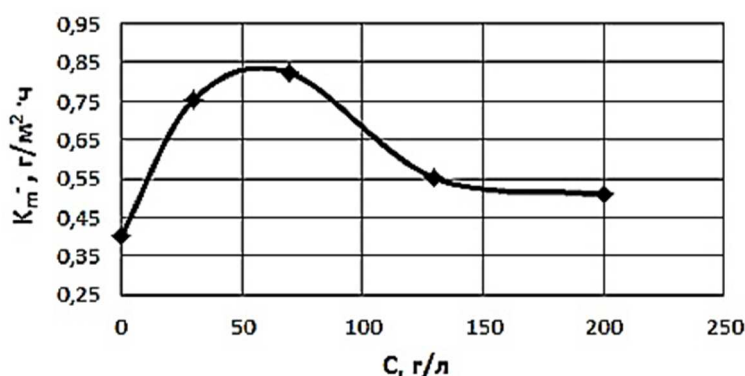


Рисунок 1 – Зависимость скорости коррозии от концентрации раствора при 25 °С.

На рисунке 1 просматривается максимум скорости коррозии при концентрации раствора 50–60 г/л. Это связано с двумя факторами:

- 1) увеличением содержания активированных ионов хлора в растворе;
- 2) уменьшением растворимости кислорода с ростом концентрации соли [2, с. 232].

На анодных участках более активно протекают ослабленные процессы разрушения, т.к. с ростом концентрации раствора повышается содержание ионов хлора Cl⁻.

На катодных – протекающие процессы затруднены уменьшением растворимостью кислорода как деполяризатора процесса. Какой из процессов преобладает, зависит от концентрации агрессивной среды.

Причем, как показано в работе [3, с. 430], основное торможение кислорода происходит в образовавшейся защитной пленке, которая двухслойная [4, с. 43]:

- первый слой толстый, рыхлый, пористый, состоит из гидратированных оксидов;
- второй – находится под первым слоем, на поверхности металла это тонкий, плотный слой, состоящий из оксидов.

Слой нарастает со временем эксперимента и стабилизируется за счет оставшегося в агрессивной среде кислорода воздуха. Этот слой препятствует проникновению кислорода и ионов хлора к поверхности металла и регулирует скорость коррозионного процесса.

Дальнейшие исследования планируется проводить в дистиллированной воде и солевых растворах различной концентрации при различных температурах.

**Список литературы:**

1. Богатов Н.А. Лейнированные насосно-компрессорные трубы : учеб. пособие / Н.А. Богатов, А.А. Богатов, Д.Р. Салихьянов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 96 с.
2. Жук Н.П. Курс коррозии и защиты металлов. – М. : Metallurgiya, – 1968. – 407 с.
3. Влияние кислорода на коррозию углеродистой стали в хлоридном растворе / А.П. Городничий [и др.] // Защита металлов. – 1984. – Т. 20. – № 3. – С. 430–431.
4. Паршутин В.В. Ингибирование коррозии сталей в растворах для электрохимической размерной обработки металлов. 1 простые и низколегированные стали. Выбор промывочных растворов / В.В. Паршутин, Н.С. Шолтоян // Электронная обработка материалов. – 2000. – № 1. – С. 40–54.

List of references:

1. Bogatov N.A. Lined tubing pipes : training manual / N.A. Bogatov, A.A. Bogatov, D.R. Salikhanov. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2017. – 96 p.
2. Zhuk N.P. Course on Corrosion and Metal Protection. – M. : Metallurgiya, 1968. – 407 p.
3. The Influence of Oxygen on the Corrosion of Carbon Steel in Chloride Solution / A.P. Gorodnichiy [et al.] // Protection of Metals, 1984. – Vol. 20. – № 3. – P. 430–431.
4. Parshutin V.V. Inhibition of Steel Corrosion in Solutions for Electrochemical Dimensional Processing of Metals. Part 1: Plain and Low-Alloy Steels. Selection of Washing Solutions / V.V. Parshutin, N.S. Sholtoyan // Electronic Processing of Materials. – 2000. – № 1. – P. 40–54.