

УДК 661.343

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ 10X23H18 В РАСТВОРАХ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ

Абдульманова Рушана Ринатовна,

студент магистратуры

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Аннотация

Статья посвящена проблеме коррозии, которая в современном мире является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. В настоящее время существует множество способов защиты заводского и хозяйственного оборудования от коррозии. В последнее время отмечается наиболее высокий спрос на применение коррозионно-стойких материалов, в составе которых обязательно присутствуют такие легирующие элементы как хром, никель. Хорошие жаропрочные свойства сталям придают молибден и титан. Также большой интерес представляют специальные сплавы на никелевой основе. В окислительных средах никель склонен к пассивации, поэтому скорость коррозии в таких случаях снижается, а коррозионная стойкость значительно повышается. Никель широко применяют для изготовления оборудования, которое контактирует с щелочными растворами. Однако в условиях высоких температур и больших скоростей потоков щелочи есть вероятность истирания поверхности трубопроводов твёрдыми частицами вследствие низкой твёрдости никеля.

Замена никелевых труб на более дешёвые и коррозионно-стойкие стали, способные устоять в агрессивной среде и увеличить срок службы, является эффективным решением по защите оборудования на предприятиях. В работе проводилось исследование на определение наиболее коррозионно- и износостойкого материала в среде гидроксида натрия различной концентрации.

Ключевые слова: коррозия в щелочных растворах, гидроксид натрия, коррозионное растрескивание, коррозионностойкие стали, гравиметрический анализ, твёрдость.

INVESTIGATION OF CORROSION RESISTANCE OF 10X23H18 STEEL IN SODIUM HYDROXIDE SOLUTIONS

Rushana R. Abdulmanova,

undergraduate student

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa

arushanar2001@mail.ru

ABSTRACT

The article is devoted to the problem of corrosion, which in the modern world is one of the most important scientific, technical and economic problems. Currently, there are many ways to protect factory and household equipment from corrosion. Recently, there has been the highest demand for the use of corrosion-resistant materials, in which such alloying elements as chromium and nickel are necessarily present. Molybdenum and titanium give good heat-resistant properties to steels. Special nickel-based alloys are also of great interest. In oxidizing environments, nickel is prone to passivation, so the rate of corrosion in such cases decreases, and corrosion resistance increases significantly. Nickel is widely used for the manufacture of equipment that comes into contact with alkaline solutions. However, at high temperatures and high rates of alkali flows, there is a possibility of abrasion of the pipeline surface by solid particles due to the low hardness of nickel.

Replacing nickel pipes with cheaper and corrosion-resistant steels that can withstand aggressive environments and increase service life is an effective solution for protecting equipment at enterprises. The study was conducted to determine the most corrosion- and wear-resistant material in the medium of sodium hydroxide of various concentrations.

Keywords: corrosion in alkaline solutions, sodium hydroxide, corrosion cracking, corrosion-resistant steels, gravimetric analysis, hardness.

Никель 201 — это сплав никеля, имеющий высокую степень чистоты благодаря минимальному содержанию газовых примесей. Уникальной характеристикой сплава является его повышенное содержание хрома, обеспечивающее устойчивость к окислительной среде. Этот сплав обладает отличными тепловыми, электрическими и магнитострикционными свойствами. Его механические характеристики не подвержены негативному влиянию при экстремальных температурных условиях, и он не подвержен коррозии в агрессивных средах, таких как щелочные или слабокислотные растворы, галогены и органические соединения [1-3].

Однако при повышенных температурах и растягивающих напряжениях в концентрированных растворах щелочей наблюдается коррозионное растрескивание стали из-за щелочной хрупкости.

Также существует явление коррозионной эрозии, которая происходит от механического воздействия быстро движущихся частиц, таких как жидкости, песок, газовые пузырьки и так далее, на поверхность металла. Интенсивность эрозионного разрушения зависит от разных факторов, таких как свойства металла, свойства пленок на его поверхности, коррозионная среда, нагрузка и скорость движения деталей или жидкости, а также твердость металла. При трении мягких материалов, таких как газы или жидкости без твердых включений, в первую очередь происходит износ пассивных пленок на поверхности металла [4-6].

Увеличение скорости движения коррозионно-активной среды может вызвать механический износ материала, а скорость коррозионной эрозии зависит от механических свойств металла. Постоянное удаление оксидных пленок с поверхности материала может значительно ускорить коррозионный процесс. Однако снижение скорости износа сталей при трении в условиях упругого контакта с использованием электролитов возможно путем повышения пассивируемости трения [7-9].

В настоящее время на предприятии АО «Башкирская содовая компания» в качестве материала для трубопроводов используется сплав Никель 201. Этот сплав является достаточно дорогим вследствие большого содержания в нём никеля. Несмотря на свою

высокую коррозионную стойкость к агрессивным средам, он имеет склонность к абразивному износу в силу своей низкой твёрдости.

Результаты испытаний в различной концентрации образцов из сплава Никель 201 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний

Среда NaOH	S, м2	m1	m2	Km	П	τ
50%	0,00278	19,7323	19,7310	0,000287	0,000282	1629
	0,00281	17,0158	17,0153	0,000109	0,000107	1629
	0,00281	19,6415	19,6408	0,000153	0,000151	1629
60%	0,00281	17,0635	17,0623	0,000263	0,000258	1629
	0,00280	17,1858	17,1848	0,000220	0,000216	1629
	0,00280	17,2592	17,2581	0,000241	0,000237	1629
70%	0,00284	17,5169	17,5161	0,000173	0,000170	1629
	0,00280	19,5029	19,5017	0,000263	0,000259	1629
	0,00279	19,8764	19,8751	0,000286	0,000281	1629
80%	0,00280	16,7659	16,7650	0,000197	0,000194	1629
	0,00280	20,0090	20,0081	0,000197	0,000194	1629
	0,00282	20,0647	20,0641	0,000131	0,000129	1629

График зависимости глубинного показателя коррозии от концентрации гидроксида натрия для сплава Никель 201 представлен на рисунке 1. Из рисунка видно, что с увеличением концентрации едкого натра скорость коррозии сплава Никель 201 увеличивается, но достигнув концентрации 80% она начинает снижаться. Это связано с образованием защитной плёнки на поверхности образца.

Результаты испытаний в различной концентрации образцов из стали 10X23H18 представлены в таблице 2.

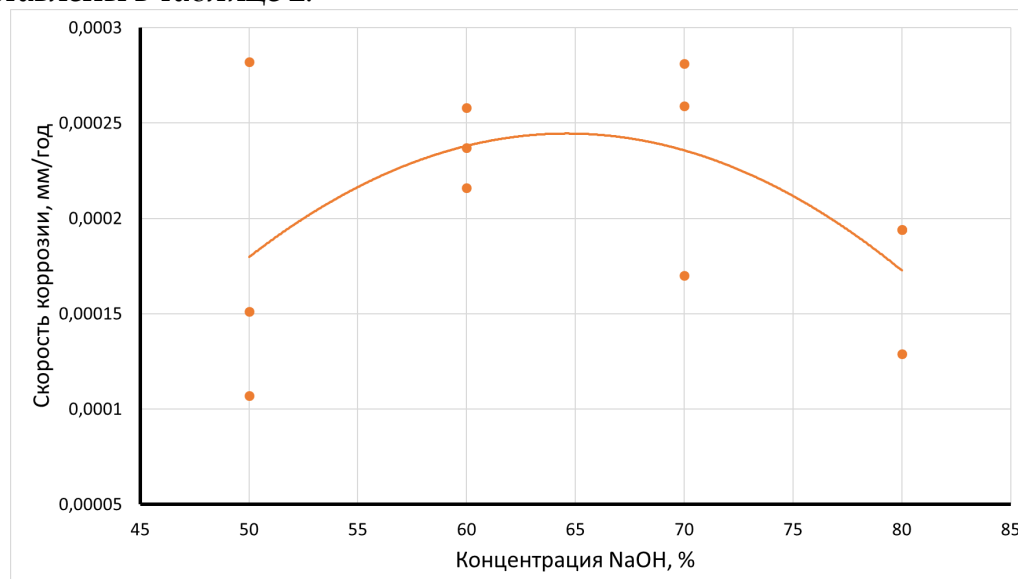


Рисунок 1 – Зависимость скорости коррозии от концентрации NaOH

Таблица 2 – Результаты испытаний

Среда NaOH	S, м2	m1	m2	Km	П	τ
50%	0,00257	31,3251	31,3249	0,0000477	0,0000531	1629
	0,00257	31,1550	31,1540	0,000239	0,000266	1629
	0,00258	31,1599	31,1593	0,000143	0,000159	1629
60%	0,00257	31,0080	31,0076	0,0000956	0,000106	1629
	0,00257	31,4352	31,4347	0,000119	0,000133	1629
	0,00257	31,3475	31,3468	0,000167	0,000186	1629
70%	0,00256	31,2735	31,2730	0,000120	0,000133	1629
	0,00257	31,7144	31,7138	0,000143	0,000160	1629
	0,00256	31,3300	31,3296	0,0000958	0,000107	1629
80%	0,00256	31,1198	31,1196	0,0000479	0,0000533	1629
	0,00255	30,7524	31,7522	0,0000482	0,0000536	1629
	0,00254	30,8532	31,8528	0,0000966	0,000108	1629

График зависимости глубинного показателя скорости коррозии от концентрации гидроксида натрия для стали 10Х23Н18 представлен на рисунке 2. Из рисунка видно, что с увеличением концентрации едкого натра скорость коррозии стали 10Х23Н18 увеличивается, но достигнув концентрации 80 % она начинает снижаться. Это связано с образованием защитной плёнки на поверхности образца.

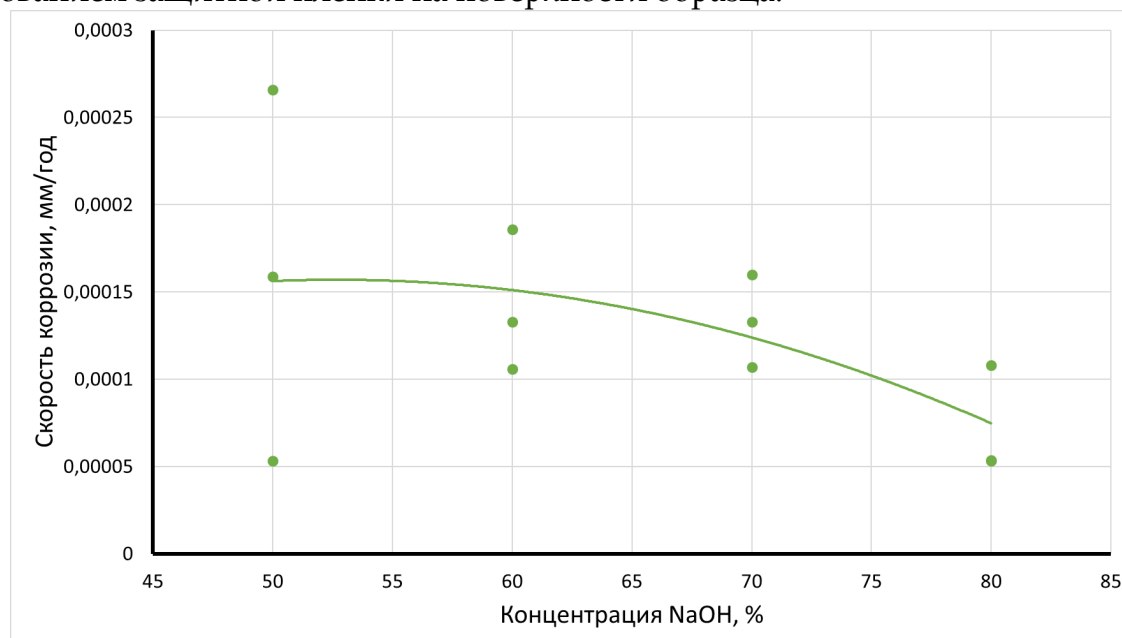


Рисунок 2 – Зависимость скорости коррозии от концентрации NaOH

Совмещенный график зависимости средних значений глубинного показателя коррозии образцов от концентрации щелочи представлен на рисунке 3.

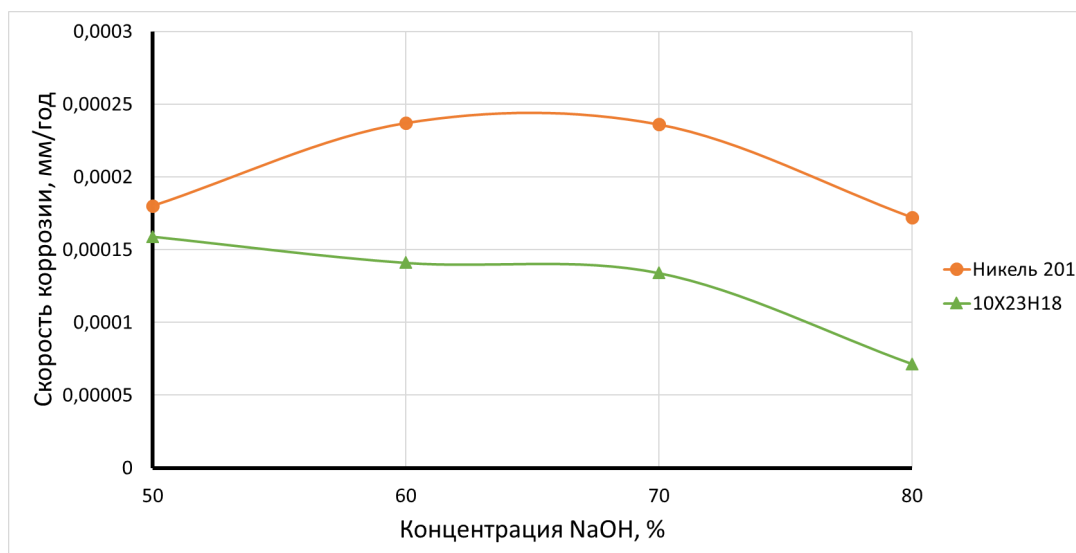


Рисунок 3 – Совмещенный график зависимости скорости коррозии от концентрации NaOH

По результатам гравиметрического анализа было установлено, что оба исследуемых материала показали достаточно высокую коррозионную стойкость в средах гидроксида натрия различной концентрации. Однако наиболее стойким материалом оказалась сталь 10Х23Н18.

Измерение твёрдости образцов проводили на ультразвуковом твердомере МЕТ-УДА. Для того чтобы измерить твёрдость, необходимо установить прибор перпендикулярно образцу и нажать на него. Результаты измерения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты измерения твердости, HRC

Материал	Концентрация раствора, %			
	50	60	70	80
10Х23Н18	25,2	24,5	25,9	26,5
Ср. значение твёрдости	25,2	24,5	25,9	26,5
Материал	Концентрация раствора, %			
	50	60	70	80
Никель 201	7,8	7,3	5,1	5,2
Ср. значение твёрдости	7,8	7,3	5,1	5,2

Чем выше твердость материала, тем выше его способность сопротивляться пластической деформации и износу при воздействии на обрабатываемый материал [10-12]. По результатам замеров можно предположить более высокую износостойкость стали 10Х23Н18 по сравнению со сплавом Никель 201.

Таким образом, по результатам гравиметрических исследований было выяснено, что скорость коррозии сплава Никель 201 с увеличением концентрации гидроксида натрия стремительно увеличивается. Однако из-за «мыльного» состава гидроксида натрия на поверхностях металлов образуется пленка, данный процесс проявляется у всех материалов в 80 % растворе NaOH, при этом скорость коррозии уменьшается. Скорость коррозии сплава Никель 201 при концентрациях 70 % и 80 % равна примерно 0,000236 мм/год и 0,000172 мм/год соответственно. Скорость растворения стали 10Х23Н18 с увеличением концентрации снижается, при концентрации 80 % скорость составляет 0,0000715 мм/год.

По результатам измерения твёрдости можно сделать вывод о более высокой стойкости к износу в агрессивных средах стали 10Х23Н18. Меньшей сопротивляемостью к пластической деформации обладает сплав Никель 201.

По результатам исследований предлагается использование стали 10Х23Н18 как коррозионно- и износостойкого материала, также её применение на производстве в качестве материала для трубопроводов является более дешевым.

Список литературы:

1. Хайдарова Г.Р., Тюсенков А.С., Бугай Д.Е., Раскильдина Г.З., Исламутдинова А.А., Сидоров Г.М. Разработка и испытание свойств ингибиторов коррозии на основе четвертичных аммониевых соединений // Изв. вузов. Химия и хим. технология. - 2018. Т. 61. Вып. 7. - С. 130-136.
2. Тюсенков А.С., Кононов Д.В., Бугай Д.Е., Лаптев А.Б. Оценка возможности применения ПАВ для снижения подкисления нефти при перекачке водонефтяной эмульсии по трубопроводам // Нефтегазовое дело. 2011. Т. 9. № 2. - С. 38-40.
3. Nasibullina O.A., Tyusenkov A.S. Electronic and microscopic researches of dislocation structure of metal near crack top // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering - MIP: Engineering - 2019". Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 22023.
4. Абдуллин Р.М., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е., Тюсенков А.С. Повышение безопасности эксплуатации промысловых трубопроводов в условиях локализации коррозии в зоне, расположенной после электроизолирующих фланцев // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2009. № 2 (76). С. 131-136.
5. Фаритов А.Т., Рождественский Ю.Г., Ямщикова С.А., Минниханова Э.Р., Тюсенков А.С. Совершенствование метода линейного поляризационного сопротивления для испытаний ингибиторов коррозии стали // Металлы. 2016. № 6. - С. 36-43.
6. Тюсенков А.С., Черепашкин С.Е., Худяков М.А., Ямщикова С.А., Насибуллина О. Материаловедение и технология конструкционных материалов. - Уфа: УГНТУ, 2018. - 91 с.
7. Tyusenkov A.S., Nasibullina O.A. Inhibitory anticorrosive protection of oilfield equipment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety - 6. Analysis, Assessment and Technologies of Natural and Man-Made Disasters Reduction. 2019. С. 066021.
8. Скуридин Н.Н., Тюсенков А.С., Бугай Д.Е. Повышение безопасности магистральных нефтепроводов на основе оптимизации параметров электрохимической защиты // Нефтяное хозяйство. - 2018. № 8. - С. 92-95.
9. Nasibullina O.A., Tyusenkov A.S. The study of cracks of x70 steel sample selected from the focal zone of destruction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering - MIP: Engineering - 2019". Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 22018.

10. Tyusenkov A.S., Nasibullina O.A. Corrosion of tubing of oil fields // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety - 6. Analysis, Assessment and Technologies of Natural and Man-Made Disasters Reduction. 2019. С. 066016.
11. Тюсенков А.С., Вафина А.Р., Бугай Д.Е., Бадикова А.Д., Цадкин М.А. Выбор сварочного электрода для предотвращения контактной коррозии сварного соединения из стали 20 // Нефтегазовое дело. 2023. Т. 21. № 1. С. 80-89.
12. Абдульманова Р.Р., Тюсенков А.С. Исследование коррозионной стойкости некоторых сталей в растворах гидроксида натрия различной концентрации // В сборнике: Современная механика в цифровую эпоху: проблемы и перспективы. Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Оренбург, 2022. С. 11-14.

References:

1. Haidarova G.R., Tyusenkov A.S., Bugai D.E., Raskildina G.Z., Islamutdinova A.A., Sidorov G.M. Development and testing of properties of corrosion inhibitors based on quaternary ammonium compounds // izv. universities. Chemistry and chemical technology. - 2018. Vol. 61. Issue 7. - pp. 130-136.
2. Tyusenkov A.S., Kononov D.V., Bugai D.E., Laptev A.B. Assessment of the possibility of using surfactants to reduce oil oxidation when pumping oil-water emulsion through pipelines // Oil and gas business. 2011. Vol. 9. No. 2. - pp. 38-40.
3. Nasibullina O.A., Tyusenkov A.S. Electronic and microscopic researches of dislocation structure of metal near crack top // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019". Krasnodar Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. p. 22023.
4. Abdullin R.M., Laptev A.B., Bugai D.E., Tyusenkov A.S. Improving the safety of operation of field pipelines in conditions of corrosion localization in the zone located after electrical insulation of flanges // problems of assembly, preparation and transport of oil and petroleum products. 2009. No. 2 (76). pp. 131-136.
5. Faritov A.T., Rozhdestvensky Y.G., Yamshchikova S.A., Minnikhanova E.R., Tyusenkov A.S. Improvement of the method of linear polarization resistance for testing corrosion inhibitors of steel // metals. 2016. No. 6. - pp. 36-43.
6. Tyusenkov A.S., Cherepashkin S.E., Khudyakov M.A., Yamshchikova S.A., Nasibullina O.A. Materials science and technology of structural materials. - Ufa: USPTU, 2018. -91 P.
7. Tyusenkov A.S., Nasibullina O.A. Inhibitory anticorrosive protection of oilfield equipment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety - 6. Analysis, Assessment and Technologies of Natural and Man-Made Disasters Reduction. 2019. p. 066021.
8. Skuridin N.N., Tyusenkov A.S., Bugai D.E. Improving the safety of main oil pipelines based on optimization of electrochemical protection parameters // oil industry. - 2018. No. 8. - pp. 92-95.

9. Nasibullina O.A., Tyusenkov A.S. The study of cracks of x70 steel sample selected from the focal zone of destruction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019". Krasnodar Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. p. 22018.
10. Tyusenkov A.S., Nasibullina O.A. Corrosion of tubing of oil fields // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety - 6. Analysis, Assessment and Technologies of Natural and Man-Made Disasters Reduction. 2019. p. 066016.
11. Tysenkov A.S., Vafina A.R., Bugai D.E., Badikova A.D., Zadkin M.A. The choice of a welding electrode to prevent contact corrosion of welded joints made of steel 20 // Oil and gas business. 2023. Vol. 21. No. 1. pp. 80-89.
12. Abdulmanova R.R., Tysenkov A.S. Investigation of corrosion resistance of some steels in solutions of sodium hydroxide of various concentrations // in the collection: Modern mechanics in the digital age: problems and prospects. Collection of materials of the All-Russian Youth scientific and practical conference. Orenburg, 2022. pp. 11-14.