

*Абдульманова Рушана Ринатовна, студент 4 курс, «Институт
нефтегазового инжиниринга и цифровых технологий»
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
Россия, г. Уфа*

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ В РАСТВОРАХ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ

Аннотация: Статья посвящена проблеме коррозии, которая в современном мире является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. Металлы и их сплавы являются наиболее важными современными конструкционными материалами. Всюду, где эксплуатируются металлические конструкции, есть вещества, которые, взаимодействуя с металлами, постепенно разрушают их, что приводит к простоям производства из-за замены вышедшего из строя оборудования, потерям сырья и продукции и большим затратам на их возмещение. Целью работы является определение коррозионной стойкости сталей и сплавов в среде гидроксида натрия. В качестве объекта исследования были выбраны стали 12Х18Н10Т; 06ХН28МДТ и сплав Никель 201.

Ключевые слова: коррозия, скорость коррозии, коррозия в щелочных растворах, коррозионное растрескивание, гидроксид натрия, гравиметрический анализ.

Annotation: The article is dedicated to the problem of corrosion, which in the modern world is one of the most important scientific, technical and economic problems. Metals and their alloys are the most important modern structural materials. Wherever metal structures are operated, there are substances that, interacting with metals, gradually destroy them, which leads to production downtime due to the

replacement of equipment that has failed, losses of raw materials and products and high costs for their compensation. The aim of the work is to determine the corrosion resistance of steels and alloys in the medium of sodium hydroxide. The steels 12X18N10T; 06KHN28MDT and Nickel 201 alloy were chosen as the object of research.

Keywords: corrosion, corrosion rate, corrosion in alkaline solutions, corrosion cracking, sodium hydroxide, gravimetric analysis.

Гидроксид натрия или каустическая сода представляет собой щелочь, белое твёрдое вещество. Обладает высокой гигроскопичностью, на воздухе «расплывается», активно поглощая пары воды из воздуха. Способен поглощать углекислый газ из воздуха. Хорошо растворяется в воде, при этом выделяется большое количество теплоты. Его водные растворы довольно агрессивны. Коррозионная стойкость металлов и сплавов в растворах едкого натра зависит от его концентрации и температуры, а также от содержания примесей.

При растягивающих напряжениях в условиях повышенных температур в концентрированных растворах щелочей отмечается коррозионное растрескивание вследствие щелочной, или каустической, хрупкости стали. Коррозионное растрескивание происходит при одновременном воздействии на металл коррозионной среды и механических напряжений, при этом скорость коррозии металла резко возрастает. Оно имеет ряд особенностей: образование трещин сопровождается возникновением хрупкости металла; возможно возникновение межкристаллитных и транскристаллитных трещин с разветвлениями; время индукционного периода до образования трещины зависит от величины приложенных растягивающих усилий [4; 5]. На щелочное растрескивание существенное влияние оказывают такие факторы, как химический состав, структура и прочностные характеристики стали, величина напряжений в металле, концентрация щелочи и температура. На долю коррозионного растрескивания в химической, нефтегазовой и теплоэнергетической отраслях промышленности приходится от 20 до 40 % всех

коррозионных разрушений [6].

Среди материалов как наиболее стойкие были выделены следующие стали и сплавы:

а) Никель 201 - обладает высокой коррозионной стойкостью при повышенных температурах. Этот сплав стоит использовать при температурах выше 316 °С, чтобы исключить возможность выделения графита на границах зерен и, как следствие, потерю пластичности.

б) Сталь 06ХН28МДТ - жаростойкая сталь имеет супер-аустенитную структуру и имеет высокую коррозионную стойкость.

в) Сталь 12Х18Н10Т относится к сложнолегированным сплавам. Также эту сталь называют стабилизированной хромоникелевой за счет наличия в составе сплава хрома и никеля. Главные достоинства стали 12Х18Н10Т – высокая прочность, твердость, ударная вязкость и пластичность.

Исследования проводились на образцах при различной концентрации гидроксида натрия. Был проведен гравиметрический анализ и потенциодинамические исследования.

Скорость коррозии определяли с помощью гравиметрического анализа, основанного на измерении потери массы образцов в растворе гидроксида натрия. Подготовленные образцы помещали в растворы гидроксида натрия различной концентрации. Продолжительность испытаний составила 1 месяц. Анализ показал, что сплав никель 201 в гидроксиде натрия 60 % и 70 % концентрации корродирует со средней скоростью 0,004 мм/год, а стали 06ХН28МДТ и 12Х18Н10Т при той же концентрации – 0,0005...0,0007 мм/год. В 40 % растворе NaOH коррозия протекает значительно медленнее: для никеля 201 - 0,0002 мм/год; стали 06ХН28МДТ - 0,0005 мм/год; стали 12Х18Н10Т - 0,0001мм/год. Из-за «мыльного» состава гидроксида натрия на поверхностях металлов образуется пленка, данный процесс проявляется в 80 % растворе NaOH у Никеля 201. При этом скорость коррозии снижается.

Результаты гравиметрических испытаний представлены на рисунке 1.

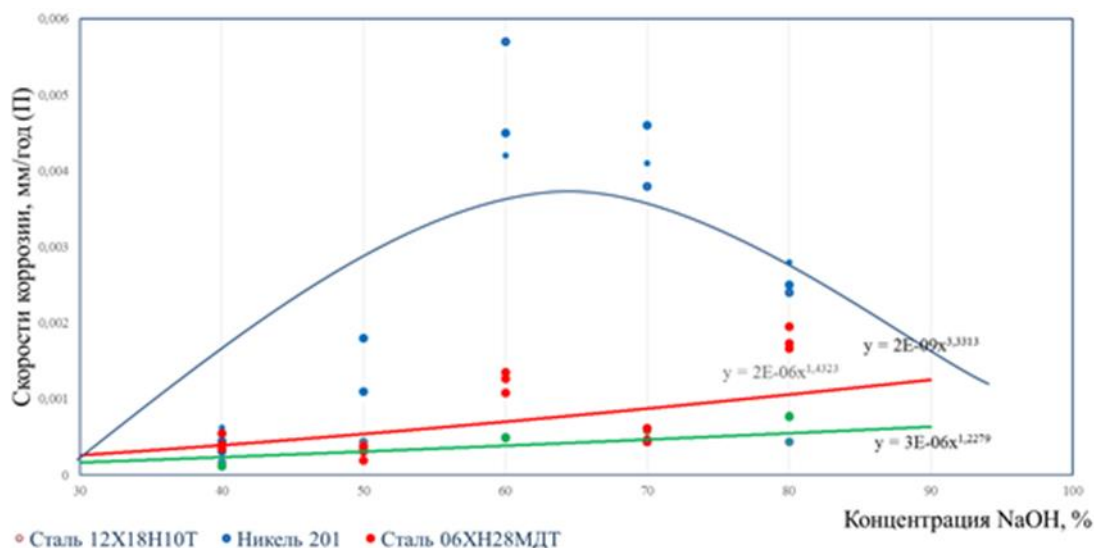


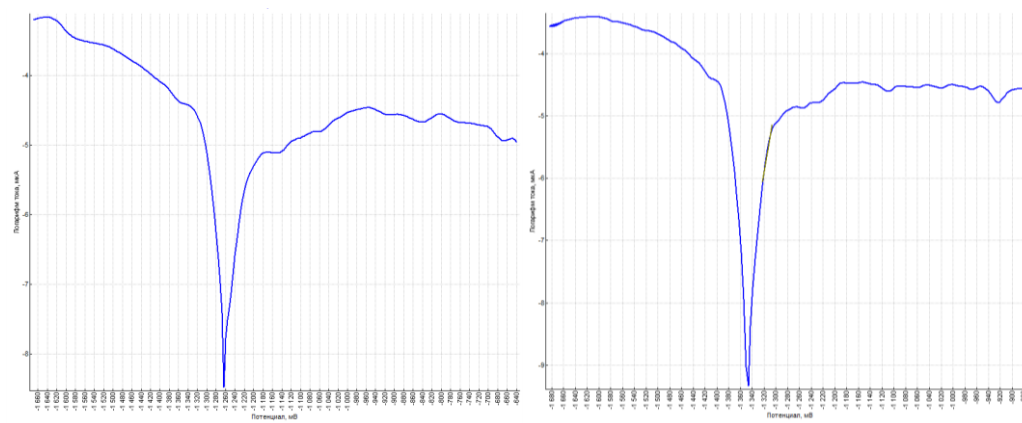
Рисунок 1 – Совмещенный график показателей "П мм/год - % NaOH"

Все три исследуемых материала показали достаточно высокую коррозионную стойкость в средах гидроксида натрия различной концентрации при комнатной температуре.

Потенциодинамический метод заключается в изучении анодных и катодных процессов и в снятии поляризационных кривых, которые устанавливают зависимость поляризующего тока от потенциала [7; 8]. Он основан на измерении потенциалов, которые возникают между раствором и погруженным в него электродом.

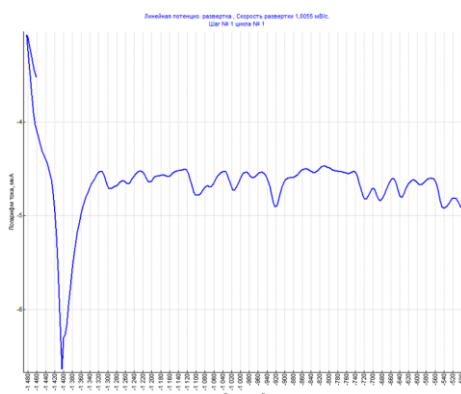
Поляризационные исследования проводились в прижимной электрохимической ячейке. Рабочими электродами были: Никель 201, сталь 06XN28MDT, сталь 12X18H10T, а рабочей средой – гидроксид натрия 48 % концентрации.

Поляризационные диаграммы сталей 12X18H10T, 06XN28MDT и сплава никеля 201 в 48 % NaOH представлены на рисунке 2.



12X18H10T

06ХН28МДТ



Никель 201

Рисунок 2 – Поляризационные диаграммы в 48 % NaOH

Глубинный и массовый показатели коррозии, рассчитанные по результатам поляризационных испытаний, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты скорости коррозии в 48 % растворе NaOH

Среда 48 % NaOH	Никель 201	06ХН28МДТ	12X18H10T
К _м , г/м ² ч	0,0257	0,0011	0,00145
П, мм/год	0,0253	0,0012	0,0016

По результатам потенциодинамических исследований установлено, что наибольшей коррозионной стойкостью из исследованных материалов в среде 48% NaOH обладает сталь 06Н28МДТ. Скорость коррозии сплава Никель 201 оказалась на порядок выше.

Измерение твердости образцов проводили на ультразвуковом твердометре МЕТ-УДА. Результаты измерения твердости сталей 12X18H10T, 06Н28МДТ и

сплава Никель 201 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерения твердости, HRC

Материал	Номер замера								Ср. значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	
12X18H10T	33,7	34,6	36,4	37,9	31,9	36,1	17,0	34,5	32,8
Никель 201	16,2	6,8	15,2	8,64	7,8	5,2	3,6	8,7	9,1
06H28MДТ	16,1	21,1	12,5	39,9	30,1	32,2	40,7	27,9	27,6

Чем выше твердость материала, тем выше его способность сопротивляться пластической деформации и износу при воздействии на обрабатываемый материал [1; 2; 3]. В данном случае себя хорошо показала сталь 12X18H10T. Самым мягким оказался Никель 201. Это позволяет предположить более высокую износостойкость сталей 12X18H10T и 06H28MДТ по сравнению со сплавом 201.

Таким образом, установлено, что стали 06ХН28МДТ и 12Х18Н10Т проявили высокую коррозионную стойкость в среде гидроксида натрия различной концентрации. Оба материала по шкале оценки коррозионной стойкости металлов относятся к «совершенно стойким». Необходимо отметить, что коррозионная стойкость сплава Никель 201 также оказалась на весьма высоком уровне, однако, учитывая низкую твердость сплава, можно предположить, что его износостойкость будет существенно ниже, чем у сталей 06ХН28МДТ и 12Х18Н10Т.

Библиографический список:

1. Кравцов В.В., Тюсенков А.С., Ризванов Р.Г., Летов А.Ф., Дворецков Р.М. Исследование причин отказов трубопроводов из никелевого сплава при воздействии высоких температур // Нефтегазовое дело. 2021. Т. 19. № 3. С. 110-120.
2. Тюсенков А.С., Черепашкин С.Е., Худяков М.А., Ямщикова С.А., Насибуллина О.А. Материаловедение и технология конструкционных

материалов. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2018. – 94 с.

3. 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.

4. Насибуллина О.А., Тюсенков А.С. Электронные и микроскопические исследования дислокационной структуры металла вблизи вершины трещины // В сборнике: Серия конференций IOP: Материаловедение и инженерия. Международный семинар "Передовые технологии в материаловедении, машиностроении и автоматизации – MIP: Engineering – 2019". Красноярская научно-техническая мэрия Российского Союза научных и инженерных ассоциаций. 2019. С. 22023.

5. Насибуллина О.А., Тюсенков А.С. Исследование трещин образца стали X70, отобранного из очаговой зоны разрушения // В сборнике: Серия конференций IOP: Материаловедение и инженерия. Международный семинар "Передовые технологии в материаловедении, машиностроении и автоматизации – MIP: Engineering – 2019". Красноярская научно-техническая мэрия Российского Союза научных и инженерных ассоциаций. 2019. С. 22018.

6. 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.

7. Тюсенков А.С., Исянаманов З.Ф., Кононов Д.В., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е. Влияние деэмульгаторов на распределение статических зарядов в водонефтяной эмульсии при ее транспортировке по футерованным трубопроводам // В сборнике: Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. Международная научно-техническая конференция. 2011. С. 145-147.

8. Тюсенков А.С. Повышение безопасности эксплуатации оборудования для подготовки и хранения нефти в условиях накопления

электростатических зарядов в водонефтяной смеси // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа, 2012.

9. Тюсенков А.С., Насибуллина О.А. Коррозия насосно-компрессорных труб нефтяных месторождений // В сборнике: Серия конференций IP: Материаловедение и инженерия. Международная конференция по строительству, архитектуре и техносферной безопасности - 6. Анализ, оценка и технологии уменьшения опасности природных и техногенных катастроф. 2019. стр. 066016.

10. 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 // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2018. Т. 61. № 7. С. 130-136.

11. 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.