Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Конкурс популяризаторов науки «Наука без границ-2021»

Номинация «Просто о сложном»

Научно — исследовательская работа

Исследование коррозии железа в различных средах

Выполнили: Фаррахов Рамазан Расулович, Сабиров Рамиль Альбертович, студенты 1 курса ГАПОУ "Колледж нефтехимии и нефтепереработки им. Н. В. Лемаева" г.Нижнекамска.

Научный руководитель: Биккинеева Альфинур Миннегалеевна, преподаватель математики и информатики.

Д.х.н.,профессор каф. ХТОСА ФГБОУВПО «КНИТУ» Юсупова Л.М.,)

Тезисы работы

Номинация «Просто о сложном»

Исследование коррозии железа в различных средах

Авторы: Сабиров Рамиль , Фаррахов Рамазан, студенты 1 курса, ГАПОУ "Колледж нефтехимии и нефтепереработки им. Н. В. Лемаева"

Научный руководитель: Биккинеева Альфинур Минннегалеевна, преподаватель математики.

Цель работы: изучить процесс коррозии железа в различных средах.

Задачи:

1.изучить литературу и другие источники информации по теме исследования

2.определить экспериментальным путём влияние различных агрессивных сред на коррозию железа

3.создать презентацию по данной теме для демонстрации на уроках и внеклассных занятий.

Объект исследования: Коррозия металла

Вывод. Процесс коррозии имеет место быть в современном мире. Он ухудшает качество металлов и металлические изделия, в том числе транспорт и подземные коммуникации нуждаются в надежной защите его от коррозии и применению в связи с этим высококачественных химически стойких материалов. Защита от коррозии является одной из важнейших проблем, имеющей большое значение для народного хозяйства. Коррозия является физико-химическим процессом, защита же от коррозии металлов – проблема химии в чистом виде.

СОДЕРЖАНИЕ.

- Введение 2
- Понятие коррозии 2
- Классификация коррозионных процессов. 2-4
    - По типу разрушений. 2
    - По механизму разрушений. 3
- Методы защиты от коррозии. 4-5
- Виды оксидных пленок и законы их роста 5-6
- Заключение 7
- Используемая литература8

Введение.

Каждый год зимой мы наблюдаем как на дорогах города для удаления снега и льда разбрасывается смесь соли и песка или мраморной крошки. При этом соль является активатором коррозии и приводит к ускоренному разрушению металлов, в частности, транспортных средств и подземных коммуникаций.

В данной работе была поставлена следующая **цель**: изучить процесс коррозии железа в различных средах. В связи с этим поставлены следующие **задачи:** изучить литературу и другие источники информации по теме исследования; определить экспериментальным путём влияние различных агрессивных сред на коррозию железа, создать презентацию по данной теме для демонстрации на уроках и внеклассных занятий.

Понятие коррозии.

Термин коррозия происходит от латинского слова corrodere, что означает разъедать, разрушать. Коррозия – это самопроизвольный процесс разрушения материалов и изделий из них под химическим воздействием окружающей среды. Коррозия металлов – разрушение металлов вследствие физико-химического воздействия внешней среды, при котором металл переходит в окисленное (ионное) состояние и теряет присущие ему свойства. Физико-химическая сущность изменений, происходящих с металлом во всех подобных случаях, одинакова: металл окисляется.

Классификация коррозионных процессов.

По типу разрушений.

По типу разрушений коррозия бывает сплошной и местной.

При равномерном распределении коррозионных разрушений по всей поверхности металла коррозию называют равномерной или сплошной. Она не представляет собой опасности для конструкций и аппаратов, особенно в тех случаях, когда потери металлов не превышают технически обоснованных норм. Её последствия могут быть сравнительно легко учтены.

Если же значительная часть поверхности металла свободна от коррозии и последняя сосредоточена на отдельных участках, то ее называют местной.

Она гораздо опаснее, хотя потери металла могут быть и небольшими. Её опасность состоит в том, что, снижая прочность отдельных участков, она резко уменьшает надёжность конструкций, сооружений, аппаратов. Местной коррозии благоприятствуют морская вода, растворы солей, в частности галогенидных: хлорид натрия, кальция, магния. Язвенная (в виде пятен различной величины), точечная, щелевая, контактная, межкристаллическая коррозия - наиболее часто встречающиеся в практике типы местной коррозии. Точечная - одна из наиболее опасных. Она заключается в образовании сквозных поражений, то есть точечных полостей – питтингов. Коррозионное растрескивание возникает при одновременном воздействии на металл агрессивной среды и механических напряжений. В металле появляются трещины транскристаллитного характера, которые часто приводят к полному разрушению изделий.

По механизму разрушений.

По механизму коррозионного процесса различают два основных типа коррозии: химическую и электрохимическую. Строго отделить один вид от другого трудно, а иногда и невозможно. Под химической коррозией подразумевают взаимодействие металлической поверхности с окружающей средой, не сопровождающееся возникновением электрохимических (электродных) процессов на границе фаз. Она основана на реакции между металлом и агрессивным реагентом. Этот вид коррозии протекает в основном равномерно по всей поверхности металла. В связи с этим химическая коррозия менее опасна, чем электрохимическая. Особенно разнообразные процессы химической коррозии встречаются в различных производствах. В атмосфере водорода, метана и других углеводородов, оксида углерода (II), сероводорода, хлора, в среде кислот, а также в расплавах солей и других веществ протекают специфические реакции с вовлечением материала аппаратов и агрегатов, в которых осуществляется химический процесс. Задача специалистов при конструировании реактора – подобрать металл или сплав, который был бы наиболее устойчив к компонентам химического процесса.

Практически наиболее важным видом химической коррозии является взаимодействие металла при высоких температурах с кислородом и другими газообразными активными средами (H_2S, SO_2 , галогены, водяные пары, CO_2). Подобные процессы химической коррозии металлов при повышенных температурах носят также название газовой коррозии. Многие ответственные детали инженерных конструкций сильно разрушаются от газовой коррозии (лопатки газовых турбин, сопла ракетных двигателей, элементы электронагревателей, колосники, арматура печей). Большие потери от газовой коррозии (угар металла) несет металлургическая промышленность. Стойкость против газовой коррозии повышается при введении в состав сплава различных добавок (хрома, алюминия, кремния). Добавки алюминия, бериллия и магния к меди повышают ее сопротивление газовой коррозии в окислительных средах.

Для защиты железных и стальных изделий от газовой коррозии поверхность изделия покрывают алюминием (алитирование). Под электрохимической коррозией подразумевают процесс взаимодействия металлов с электролитами в виде водных растворов, реже с неводными электролитами, например, с некоторыми органическими электропроводными соединениями или безводными расплавами солей при повышенных температурах.

Различают следующие типы электрохимической коррозии, имеющие наиболее важное практическое значение.

1. Коррозия в электролитах. К этому типу относятся коррозия в природных водах (морской и пресной), а также различные виды коррозии в жидких средах. В зависимости от характера среды различают: кислотную, щелочную, солевую, морскую коррозию.

Каждый из этих подтипов имеет свои характерные особенности.

2. Почвенная (грунтовая, подземная) коррозия - воздействие на металл грунта, который в коррозионном отношении должен рассматриваться как своеобразный электролит. Характерной особенностью подземной электрохимической коррозии является большое различие в скорости доставки кислорода (основной деполяризатор) к поверхности подземных конструкций в разных почвах (в десятки тысяч раз). Значительную роль при коррозии в почве играет образование и функционирование макрокоррозионных пар вследствие неравномерной аэрации отдельных участков конструкции, а также наличие в земле блуждающих токов. В ряде случаев на скорость электрохимической коррозии в подземных условиях оказывает существенное влияние также развитие биологических процессов в почве.

3. Атмосферная коррозия - коррозия металлов в условиях атмосферы, а также любого влажного газа; наблюдается под конденсационными видимыми слоями влаги на поверхности металла (мокрая атмосферная коррозия) или под

тончайшими невидимыми адсорбционными слоями влаги (влажная атмосферная коррозия). Особенностью атмосферной коррозии является сильная зависимость ее скорости и механизма от толщины слоя влаги на поверхности металла или степени увлажнения образовавшихся продуктов коррозии.

4. Коррозия в условиях механического воздействия. Этому типу разрушения подвергаются многочисленные инженерные сооружения, работающие как в жидких электролитах, так и в атмосферных и подземных условиях. Наиболее типичными видами подобного разрушения являются:

· Коррозионное растрескивание, при этом характерно образование трещин, которые могут распространяться не только межкристально, но также и транскристально. Примером подобного разрушения является щелочная хрупкость котлов, сезонное растрескивание латуней, а также растрескивание некоторых конструкционных высокопрочных сплавов.

· Коррозионная усталость, вызываемая воздействием коррозионной среды и знакопеременных или пульсирующих механических напряжений. Этот вид разрушения также характеризуется образованием меж- и транскристаллитных трещин. Разрушения металлов от коррозионной усталости встречаются при эксплуатации различных инженерных конструкций (валов гребных винтов, рессор автомобилей, канатов, штанг глубинных насосов, охлаждаемых валков прокатных станов и др.).

· Коррозионная кавитация, являющаяся обычно следствием энергичного механического воздействия коррозионной среды на поверхность металла. Подобное коррозионно-механическое воздействие может приводить к весьма сильным местным разрушениям металлических конструкций (например, для гребных винтов морских судов). Механизм разрушения от коррозионной кавитации близок к разрушению от поверхностной коррозионной усталости.

· Коррозионная эрозия, вызываемая механическим истирающим воздействием другого твердого тела при наличии коррозионной среды или непосредственным истирающим действием самой коррозионной среды. Это явление иногда называют также коррозионным истиранием или фреттинг-коррозией.

Методы защиты от коррозии

В зависимости от характера коррозии и условий ее протекания применяются различные методы защиты. Выбор того или иного способа определяется его эффективностью в данном конкретном случае, а также экономической целесообразностью.

Легирование

Имеется способ уменьшения коррозии металлов, который строго нельзя отнести к защите. Этим способом является получение сплавов, которое называется легирование. В настоящее время создано большое число нержавеющих сталей путем присадок к железу никеля, хрома, кобальта и др. Такие стали, действительно, не покрываются ржавчиной, но их поверхностная коррозия имеет место, хотя и с малой скоростью.

Защитные пленки

Одним из наиболее распространенных способов защиты металлов от коррозии является нанесение на их поверхность защитных пленок: лака, краски, эмали, других металлов. Лакокрасочные покрытия наиболее доступны для широкого круга людей. Лаки и краски обладают низкой газо- и паропроницаемостью, водоотталкивающими свойствами, поэтому они препятствуют доступу к поверхности металла воды, кислорода и содержащихся в атмосфере агрессивных компонентов. Покрытие поверхности металла лакокрасочным слоем не исключает коррозию, а служит для нее лишь преградой, а значит, лишь тормозит процесс

Грунтовки и фосфатирование

Часто под лакокрасочный слой наносят грунтовки. Пигменты, входящие в ее состав, также должны обладать ингибиторными свойствами. Проходя через слой грунтовки, вода растворяет некоторое количество пигмента и становится менее коррозионноактивной.

Электрохимическая защита

В производственных условиях используют также электрохимический способ – обработку изделий переменным током в растворе фосфата цинка при плотности тока 4 А/дм2 и напряжении 20 В и при температуре 60-700 С. Фосфатные покрытия представляют собой сетку плотносцепленных с поверхностью фосфатов металлов. Сами по себе фосфатные покрытия не обеспечивают надежной коррозионной защиты. Ингибиторы. Применение ингибиторов – один из самых эффективных способов борьбы с коррозией металлов в различных агрессивных средах. Ингибиторы – это вещества, способные в малых количествах замедлять протекание химических процессов или останавливать их. Название ингибитор происходит от латинского inhibere, что означает сдерживать, останавливать. Ещё по данным 1980 года, число известных науке ингибиторов составило более пяти тысяч. Ингибиторы дают народному хозяйству немалую экономию.

Ингибирующее воздействие на металлы, прежде всего на сталь, оказывает целый ряд неорганических и органических веществ, которые часто добавляются в среду, вызывающую коррозию. Ингибиторы имеют свойство создавать на поверхности металла очень тонкую пленку, защищающую металл от коррозии.

Виды оксидных пленок и законы их роста

Если объем химического соединения (например, оксида V_{ok}) меньше, чем объем металла (V_{Me}), образующего это соединение, можно ожидать получения несплошной, пористой пленки, обладающей слабыми защитными свойствами.

При обратном соотношении V_{ok} и V_{Me} можно ожидать образования сплошных пленок, способных защищать металл от коррозии.

Объем металла равен:

V_{Me}= A/d

Где А- атомная масса металла;

d- плотность металла.

Объем полученного оксида будет равен:

V_{ok}=M/n*Д

Где М- молекулярная масса оксида;

n- число атомов металла в молекуле оксида;

Д- плотность оксида

То есть, если V_{ok}/V_{Me}=M*Д/n*Д*A<1, пленка не будет сплошной, а если V_{ok}/V_{Me}>1, пленка будет сплошной.

Значения этой величины рассчитаны для металлов. Например, металлами, имеющими V_{ok} /V_{Me}<1 являются – К, Na, Ca, Ba, Mg, которые образуют рыхлые пленки со слабыми защитными свойствами. Величину V_{ok} /V_{Me}>1 имеют многие металлы, например Al, Sn, Ti, Zn, Ni, Cr, Fe и др. Их оксидные пленки тормозят дальнейшее окисление металла. Однако в ряде случаев могут быть отклонения от этой закономерности. Например, в реальных условиях в пленке в процессе ее роста могут возникать напряжения, разрушающие пленку. Может иметь место также недостаточная пластичность пленки, летучесть оксидов и т.д.

Для металлов, имеющих соотношение V_{ok} /V_{Me}<1 (щелочных и щелочноземельных), когда пленки не обладают защитными свойствами, толщина пленок подчиняется линейному закону роста:

y=k*Ŧ,

где y- толщина пленок;

Ŧ- время окисления;

K- постоянная.

Если пленка обладает защитными свойствами, то по мере ее роста скорость окисления уменьшается. Чем более высокими защитными свойствами обладает пленка, тем меньше скорость диффузии окислителя через нее и меньше скорость ее роста. Возможна параболическая зависимость:

y^2= K*Ŧ.

В некоторых случаях рост пленок идет с сильным затуханием по логарифмической зависимости:

y= ln(K *Ŧ).

Пленки, растущие по этому закону, обладают лучшими защитными свойствами, например, для меди, никеля и железа в соответствующем интервале температур.

Экспериментальная часть.

К качественным методам оценки степени коррозии относят следующие методы:

1. Наблюдение за изменениями внешнего вида образца после воздействия на него агрессивной среды;

2. Наблюдение за изменениями, происходящими в растворе (изменение окраски раствора, появление мути, хлопьев и других продуктов коррозии, выделение водорода).

Приготовили 7 образцов железных пластинок одинаковых по площади поверхности. 1 образец – эталон для сравнения и 6 для помещения в различную агрессивную среду. Образцы пластинок тщательно очищают от ржавчины и других загрязнений с помощью наждачной бумаги. Затем образцы обезжиривают ацетоном или этиловым спиртом и помещают в ёмкость с агрессивной средой и выдерживают их при заданной температуре необходимое время. После испытаний образцы тщательно промывают водой и удаляют с них продукты коррозии. В нашем исследовании были применены следующие среды: вода, раствор слабощелочной (КОН), растворы фосфорной кислоты, поваренной соли и соляной кислоты. По прошествии недели образцы были сфотографированы и сравнены с эталоном.

1. Результаты исследования показали, что самой агрессивной средой для железа стала вода, раствор соляной кислоты и раствор поваренной соли. Раствор шелочи практически не повлиял на процесс коррозии, т.к щелочная среда является ингибитором, раствор фосфорной кислоты разрушил пластинку с связи с химической реакцией (образуется фосфат железа (2) – зеленый раствор и выделяется водород). (Приложение 1).

Заключение.

Процесс коррозии имеет место быть в современном мире. Он ухудшает качество металлов и металлические изделия, в том числе транспорт и подземные коммуникации нуждаются в надежной защите его от коррозии и применению в связи с этим высококачественных химически стойких материалов.

Необходимость осуществления мероприятий по защите от коррозии диктуется тем обстоятельством, что потери от коррозии приносят чрезвычайно большой ущерб. По имеющимся данным, около 10% ежегодной добычи металла расходуется на покрытие безвозвратных потерь вследствие коррозии и последующего распыления. Основной ущерб от коррозии металла связан не

только с потерей больших количеств металла, но и с порчей или выходом из строя самих металлических конструкций, т.к. вследствие коррозии они теряют необходимую прочность, пластичность, герметичность, тепло- и электропроводность, отражательную способность и другие необходимые качества. К потерям, которые терпит народное хозяйство от коррозии, должны быть отнесены также громадные затраты на всякого рода защитные антикоррозионные мероприятия, ущерб от ухудшения качества выпускаемой продукции, выход из строя оборудования, аварий в производстве и так далее. Защита от коррозии является одной из важнейших проблем, имеющей большое значение для народного хозяйства. Коррозия является физико-химическим процессом, защита же от коррозии металлов – проблема химии в чистом виде.

Используемая литература.

1. Техника борьбы с коррозией. Том 1. Перевод с польского. Под ред. А.М. Сухотина – Л.: Химия, 1978.

2. Техника борьбы с коррозией. Том 2. Перевод с польского к.х.н. В.И. Грибеля. – Л.: Химия, 1980.

3. Коррозия и защита химической аппаратуры. Том 1. Под ред. А.М. Сухотина. – Л.: Химия, 1969.

4. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. – М.: Химия, 1987.

5. Способы защиты оборудования от коррозии. Под ред. Б.В. Строкана, А.М

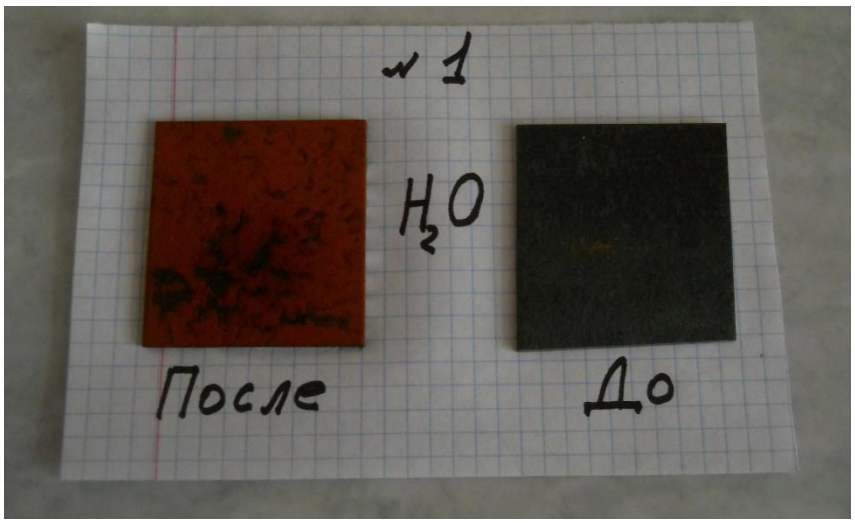
6. Клинов И.Я., Удыма П.Г., Молоканов А.В., Горяинова А.В. Химическое оборудование в коррозионностойком исполнении. – М.: Машиностроение, 1970.

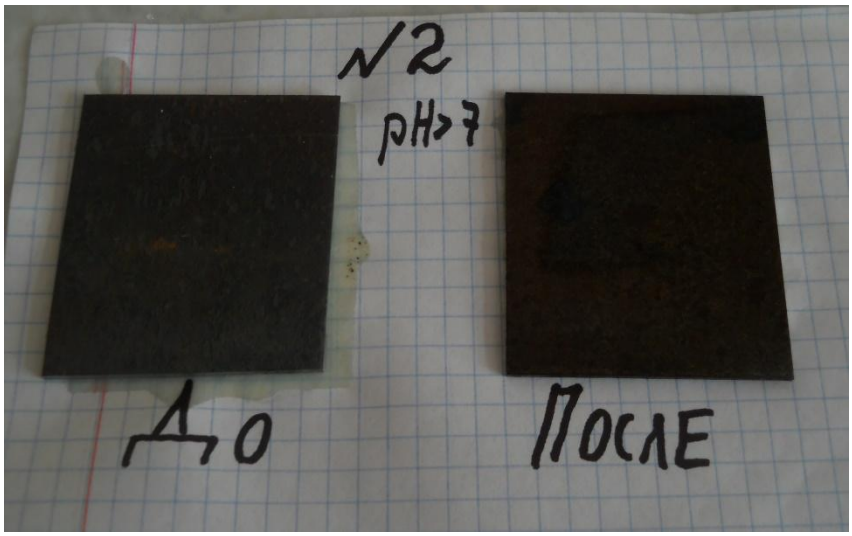
7. Клинов И.Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. – М.: Машгиз, 1960.

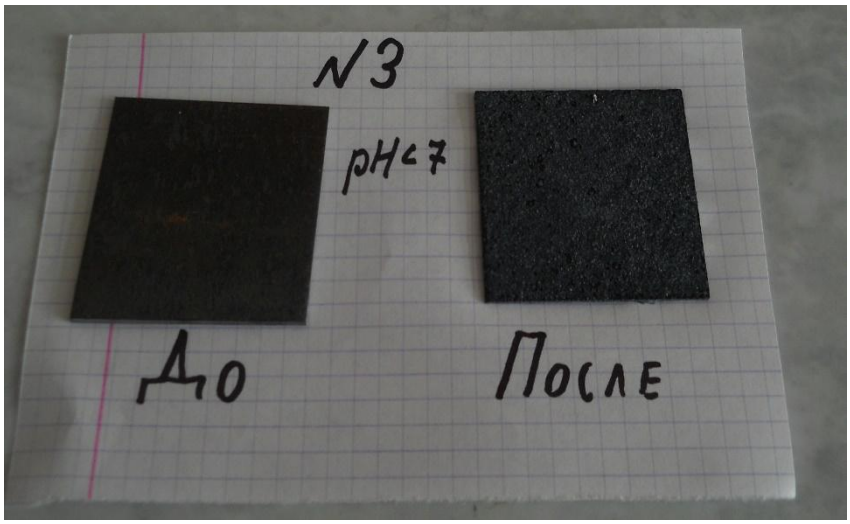
8. Коррозия. Под ред. Л.Л. Шрайера. – М.: Металлургия, 1981.

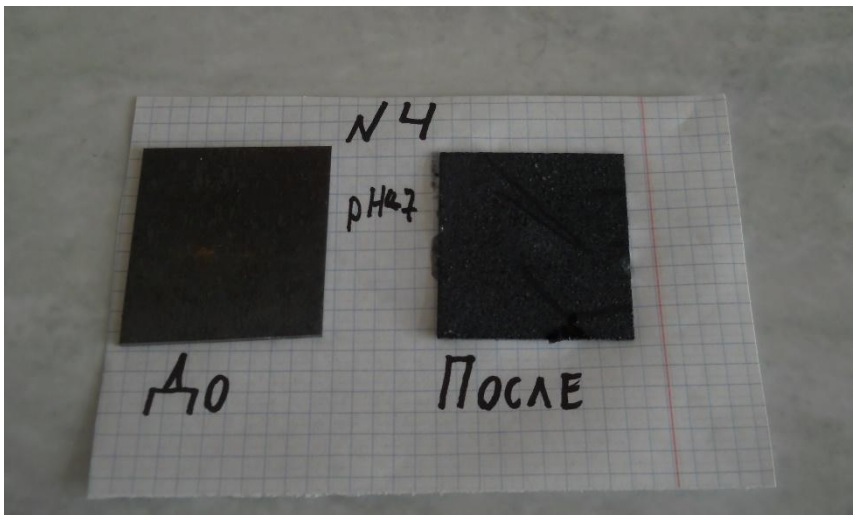
9. Коррозия оборудования в производстве галогенсодержащих веществ. Под ред. Д.т.н. проф. В.С. Зотикова. – СПб.: Теза, 1998.

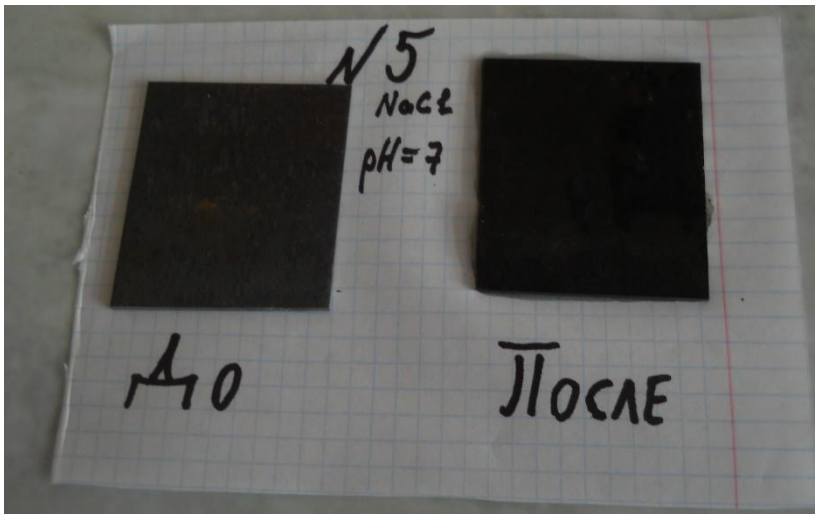
10. Тищенко Г.П., Тищенко И.Г., Вихрова З.Г. Применение нетоксичных и малотоксичных ингибиторов коррозии в промышленности. – М.: НИИТЭХИМ, 1990

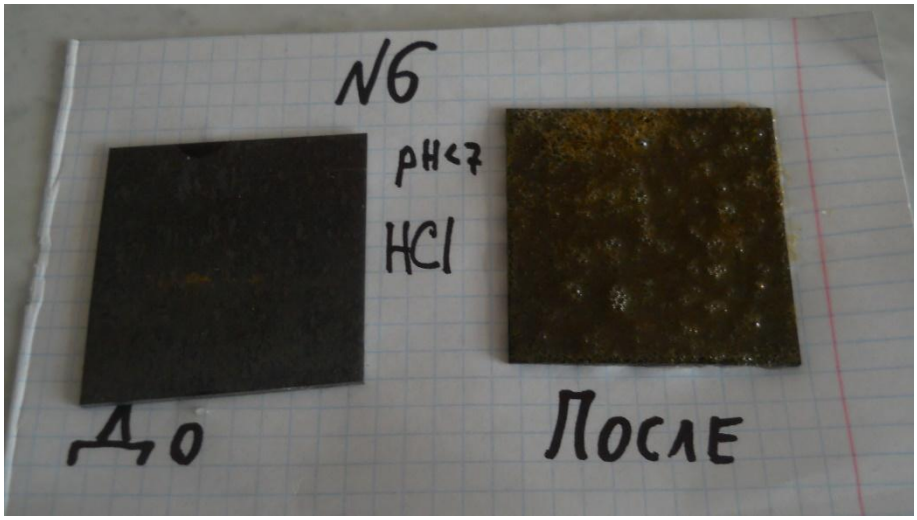

№ 1
H_2O
После
До


№2
pH>7
До
После


№3
pH<7
До
После


N4
pH=7
До
После


N5
NaCl
pH=7
До
После


N6
pH<7
HCl
До
После