

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ НА КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Мижева А.А.

с. Летняя Ставка, Ставропольский край, МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 1», 11 класс

Научный руководитель: Смирнова С.И., учитель химии, с. Летняя Ставка, Ставропольский край, МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 1»

Данная статья является сокращением основной работы. С дополнительными приложениями можно ознакомиться на сайте II Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/2017/13/27177>

Известно, что коррозия разрушает металл, но трудно представить, каков от нее общий ущерб. По оценкам специалистов различных стран эти потери в промышленно развитых странах составляют от 2 до 4% валового национального продукта. При этом потери металла, включающие массу вышедших из строя металлических конструкций, изделий, оборудования, составляют от 10 до 20% годового производства стали. Так в США по последним данным НАСЕ ущерб от коррозии и затраты на борьбу с ней составили 3,1% от ВВП (276 млрд долл.). В Германии этот ущерб составил 2,8% от ВВП [1].

В России за год производят проката из черных металлов около 47 млн т. По данным Института физической химии РАН, коррозия съедает до 10% производимого металла, кроме того от 5 до 10% транспортных и строительных конструкций, зданий и сооружений ежегодно выходят из строя или требуют ремонта из-за коррозионных повреждений.

Проблемы коррозии очень остро стоят и в нефтегазовой промышленности России. До 70% российских трубопроводов требует капитального ремонта. Основная причина отказов нефтегазовых сооружений – в коррозионном факторе. По информационным источникам в России аварии на нефте- и газопроводах происходят, в основном, по причине износа труб: из-за внутренней коррозии (внутрипромысловые нефтепроводы) и из-за внешней коррозии (магистральные нефтепроводы). В результате сокращения утечек, возможно сохранить до 24 млрд. м<sup>3</sup> нефти и газа [2].

**Цель:** изучить химическую сущность, условия и методы защиты от коррозии.

### Задачи:

- изучить химические процессы, вызывающие разрушение металлов;
- провести опрос среди учащихся с целью выявления знаний о коррозии;
- рассмотреть типы коррозии;

– изучить условия, вызывающие окислительные металлов;

- изучить методы защиты от коррозии;
- экспериментально подобрать вещества, замедляющие процессы разрушения металлов.

### Методы исследования:

- теоретические (анализ фактов, обобщение материала, просмотр телевизионных программ по теме, интернетресурсов);
- эмпирические (сравнение, сопоставление, проведение соцопроса);
- экспериментальные (влияние различных условий на коррозионные процессы).

**Актуальность.** Ежегодно коррозия наносит крупнейший ущерб народному хозяйству каждой страны. В промышленно развитых странах убытки от коррозии за год составляют в среднем около 3–5% от внутреннего валового продукта, а потери металла достигают 20%. Государства несут огромные убытки.

**Гипотеза:** условия внешней среды существенно влияют на коррозию, некоторые вещества способны замедлять или ускорять процессы разрушения металлов.

### Сущность коррозии

Коррозия – это разрушение металлов вследствие физико-химического воздействия внешней среды, при котором металл переходит в окисленное (ионное) состояние и теряет присущие ему свойства.

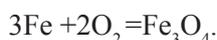
**Условия, вызывающие коррозию:** влажность, температура, давление, химические соединения, находящиеся в окружающей среде.

### Типы коррозии

*Равномерная коррозия* охватывает всю поверхность равномерно; *неравномерная*, местная, пятнами - корродирует отдельные участки поверхности, язвенная, химическая, электрохимическая и т.д.

Под *химической* коррозией подразумевают взаимодействие металлической поверхности с окружающей средой.

Примером химической коррозии служат ржавление железа и покрытие патиной бронзы. В промышленном производстве металлы нередко нагреваются до высоких температур. В таких условиях химическая коррозия ускоряется. Многие знают, что на прокатке раскаленных кусков металла образуется окалина:



Практически наиболее важным видом химической коррозии является взаимодействие металла при высоких температурах с кислородом и другими газообразными активными средами ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ , галогены, водяные пары,  $\text{CO}_2$ ). Подобные процессы химической коррозии металлов при повышенных температурах носят также название *газовой коррозии*.

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 [3].

Сложность процесса заключается в том, что на одной и той же поверхности происходят одновременно два процесса, противоположные по своему химическому смыслу: окисление металла и восстановление окислителя. По такому принципу протекают, например, взаимодействие металла с кислотами:



Эта суммарная реакция состоит из двух актов:

- 1)  $\text{Zn}^0 - 2e = \text{Zn}^{+2}$  окисление;
- 2)  $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$  восстановление.

Электрохимическая коррозия часто связана с наличием в металле случайных примесей или специально введенных легирующих добавок.

Общая схема кислородной деполяризации сводится к восстановлению молекулярного кислорода до иона гидроокисла:



### Виды коррозии

**По типу агрессивных сред**, в которых протекает процесс разрушения, коррозия может быть следующих видов:

- газовая коррозия;
- атмосферная коррозия;
- коррозия в неэлектролитах;
- коррозия в электролитах.

### Методы защиты

1. Легирование.
2. Защитные пленки.
3. Грунтовки и фосфатирование.
4. Электрохимическая защита.
5. Покрытие металлами.

### 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. 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.

Эффективность действия ингибиторов зависит в основном от условий среды, поэтому универсальных ингибиторов нет. Для их выбора требуется проведение исследований и испытаний [4].

### Влияние условий внешней среды и некоторых веществ на коррозионные процессы

#### Социологический мониторинг учащихся МБОУ «СОШ № 1»

Мною был проведен социологический мониторинг учащихся 10–11 классов (56 человек).

**Вывод:** большая часть опрошенных имеет поверхностные знания о коррозии металлов, незначительные знания о методах защиты от разрушения металлов, респонденты не представляют реальных масштабов государственных экономических потерь от коррозии.

#### Влияние некоторых факторов внешней среды на коррозию металлов

Экспериментальная работа по исследованию процесса коррозии заключается в изучении влияния факторов внешней среды на разрушение металлов и сплавов. В качестве объекта исследования был выбран стальной гвоздь средних размеров – образец № 1, стальной гвоздь в контакте с алюминием – образец № 2 и стальной гвоздь в контакте с медью – образец № 3. Процесс коррозии на практике был исследован в естественных условиях, для чего были выбраны 5 участков в различных экологических зонах.

**Участок № 1** – школьный химический кабинет. Температура постоянная, влаж-

ность небольшая, в воздухе возможны примеси летучих соединений.

**Участок № 2** – жилая комната. Температура постоянная, влажность небольшая, примеси в воздухе незначительные.

**Участок № 3** – искусственное лесонасаждение. Температура непостоянная, влажность средняя, примеси в воздухе естественные для деревьев.

**Участок № 4** – обочина трассы с. Летняя Ставка ул. Чкалова средней оживленности. Температура непостоянная, влажность средняя, примеси в воздухе присутствуют в виде выхлопных газов автомобилей.

**Участок № 5** – животноводческая точка. Температура непостоянная, влажность высокая, примеси в воздухе присутствуют в виде естественных выделений крупнорогатого скота.

Первые проявления – слабые полосы ржавчины появились через 1 неделю на участке № 5 у образцов 5.1 и 5.3. На остальных участках видимых изменений не наблюдалось.

К концу второй недели был обнаружен обширный процесс коррозии на участке № 3 у образцов 3.1 и 3.3. Объекты 5.1 и 5.3 продолжали разрушаться. На остальных участках видимых изменений не наблюдалось. Только к концу третьей недели у образцов участка № 4 появились признаки разрушающего процесса. Коррозии подверглись объекты 4.1 и 4.3. На участках № 1 и № 2 видимых изменений не наблюдалось. Четвертая неделя, завершающая эксперимент, только подтвердила протекание коррозии образцов: 3.1 и 3.3, 4.1 и 4.3, 5.1 и 5.3. Проявлений, подтверждающих возникновение коррозии образцов на участках № 1 и № 2, так и не было зафиксировано.

Следует отметить, что исследование проводилось в декабре 2015 г., однако погода была не зимняя. До конца декабря температура воздуха не опускалась ниже  $-3^{\circ}\text{C}$ .

Отмечено, что разрушение происходило только в образцах № 1 (3.1, 4.1, 5.1) – стальной гвоздь и в образцах № 3 (3.3, 4.3, 5.3) – стальной гвоздь в контакте с медной проволокой. Разрушение образцов 3.2, 4.2 и 5.2 либо не происходило, либо происходило незначительно – только шляпки гвоздей, где контакта с алюминием не было.

**Вывод – условия внешней среды существенно влияют на коррозию металлов:**

1. В помещении, где влажность минимальна, процесс коррозии замедлен или вовсе останавливается. В природных условиях, при перепадах температур и повышенной влажности, процесс коррозии протекает активно.

2. Процесс разрушения вблизи животноводческой точки начался раньше и продолжался быстрее, так как здесь наблюдается повышенная влажность, этим можно объяснить объемную коррозию образцов на этом участке.

3. У дороги, где коррозия была, не столь обширна и протекала заметно медленнее, наблюдается повышенное содержание выхлопов автомобилей. Так как выхлопные газы в большинстве своем не являются сильными электролитами, процесс разрушения был невелик.

4. Наблюдения за образцами контактными и неконтактными, позволяет подтвердить тот факт, что при контакте металла с более активным металлом (образцы 3.2, 4.2, 5.2), происходит разрушение этого металла и защита основного образца от коррозии. Металл, контактирующий с менее активным металлом, обречен на разрушение (образцы 3.3, 4.3, 5.3).

#### **Вещества, изменяющие скорость окисления металлов**

Один из наиболее эффективных способов борьбы с коррозией металлов – использование ингибиторов. Целью экспериментальной работы было выявление веществ, замедляющих или совсем останавливающих коррозию. В пробирки с нейтральной, кислой и щелочной средами были добавлены: аммофос (**приложение № 9**),  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (**приложение № 10**),  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (**приложение № 11**),  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (**приложение № 12**), глицерин (**приложение № 13**), крахмал (**приложение № 14**), а один образец остался контрольным (**приложение № 8**), без добавления химических веществ. В каждую пробирку был помещен железный гвоздь в контакте с медной проволокой. Уже на второй день наблюдений в пробирках появились первые изменения.

На пятый день наблюдений, практически во всех образцах шел коррозионный процесс, только с разной скоростью.

#### **Выводы:**

1. В нейтральной среде  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  усилил коррозионные процессы металлов. Аммофос и крахмал не повлияли, а  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , глицерин незначительно замедлили окисление металлов.

2. В кислой среде в качестве ингибиторов можно использовать: аммофос,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , глицерин. Недопустимо присутствие  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , так как очень сильно ускорил процесс разрушения металлов. Крахмал никак не повлиял на коррозию.

3. В щелочной среде  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  коррозию практически прекратил, остальные веще-

ства не влияют или почти не влияют на разрушение металлов.

**Таким образом, в качестве ингибиторов можно использовать аммофос,  $K_2Cr_2O_7$ , глицерин,  $Na_2SiO_3$ .**

#### Выводы

*Исследования показали, что выдвинутая гипотеза верна. Коррозия действительно сильно зависит от условий внешней среды, ингибиторы необходимо подбирать индивидуально, учитывая pH среды.*

Металлы составляют одну из основ цивилизации на планете Земля. В XXI в. высокие темпы развития промышленности, интенсификация производственных процессов, повышение основных технологических параметров предъявляют высокие требования к надежной эксплуатации технологического оборудования и строительных конструкций. Особое место в комплексе мероприятий по обеспечению бесперебойной эксплуатации оборудования отводится надежной защите его от коррозии.

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. Основной ущерб от коррозии металла связан не только с потерей больших количеств металла, но и с порчей или выходом из строя самих металлических конструкций. К потерям отнесены также громадные затраты на всякого рода защитные антикоррозионные мероприятия, ущерб от ухудшения

качества выпускаемой продукции, выход из строя оборудования, аварий на производстве и так далее.

Защита от коррозии является одной из важнейших проблем, имеющей огромное значение для народного хозяйства, а использование ингибиторов - это наиболее эффективное средство борьбы с разрушением металлов.

#### Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [alnam.ru/book\\_chem.php?id=198](http://alnam.ru/book_chem.php?id=198).
2. Никифоров В.М. Технология металлов и конструкционные материалы. – М. : Высшая школа, 2000.
3. Андреев И.Н. Коррозия металлов и их защита. – Казань : Татарское книжное издательство, 2001.
4. Краткая химическая энциклопедия / под ред. И.А. Кнуянц [и др.]. Т. 2. – М. : Советская энциклопедия, 1961–1967.
5. Войтович В.А., Мокеева Л.Н. Биологическая коррозия // Химия. – 1999. – № 10. – М. : Знание, 1999.
6. Лукьянов П.М. Краткая история химической промышленности. – М. : Изд-во АН СССР, 1979.
7. Советский энциклопедический словарь. – М. : Советская энциклопедия, 1993.
8. Теддер Дж., Нехватал А., Джубб А. Промышленная органическая химия. – М. : Мир, 2002.
9. Улиг Г.Г., Ревы Р.У. Коррозия и борьба с ней. – Л. : Химия, 2003.
10. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki).
11. Коррозия металлов. Виды коррозии металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [zadachi-po-khimii.ru/obshaya-himiya/korroziya-metallov.html](http://zadachi-po-khimii.ru/obshaya-himiya/korroziya-metallov.html).
12. Коррозия металла — причины возникновения и методы защиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.rmnt.ru/story/metal/225345.htm](http://www.rmnt.ru/story/metal/225345.htm).
13. Строительные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-33/118.htm>.