

### Аннотация

Хвастается новенький металл:  
«как силен я, смел и как удал!  
Неподвластен никакой угрозе я,  
Кроме рыжей красы с именем  
«коррозия».

Металлы составляют одну из основ цивилизации на планете Земля. Среди них выделяется железо. Объем его промышленного производства в 20 раз больше, чем объем производства всех остальных металлов, вместе взятых.

Несмотря на широкое внедрение в сегодняшнюю жизнь полимерных материалов, стекла, керамики, основным конструкционным материалом продолжает оставаться железо и сплавы на его основе. С изделиями из железа мы встречаемся в быту и знаем, как много хлопот доставляют его ржавление и сама ржавчина.

Ржавлением называют только коррозию железа и его сплавов. Другие металлы корродируют, но не ржавеют. Хотя корродируют практически все металлы, в повседневной жизни человек чаще всего сталкивается с коррозией железа.

Как предотвратить коррозию железа? Как защитить железные изделия? Ответы на эти вопросы находятся в ведении химии, которой посвящён данный модуль, разработанный группой учащихся МАОУ «ОК «Лицей №3» города Старый Оскол, под руководством учителя химии МАОУ «ОК «Лицей №3» Поповой Светланы Владимировны.

18.03.2017 г. наша группа посетила научно-выставочный центр «Железно!», где ознакомилась с такими вопросами как: добыча железной руды, получение железа доменным и электрометаллургическим способами, с коррозионными процессами, происходящими с железом. После посещения выставки пришла идея посвятить наш модуль изучению процесса коррозии и способам защиты металлов. Мы предлагаем провести 15 занятий. Но их количество каждый руководитель сможет увеличить, по своему усмотрению, предложив новые опыты.

В ходе работы учащиеся освоят предметные способы получения ржавчины, изучат условия вызывающие коррозию, способы защиты железа. В результате каждый исследователь сможет попробовать себя в роли химика-практика и химика-технолога.

Рекомендованный возраст: учащиеся 6-11 класса.

## Проблемная статья

Почему же коррозия – страх всего железного?

Потери от коррозии колоссальны. Каждая шестая домна работает лишь для того, чтобы восполнить потери металлов, «съеденных» ржавчиной. Но вред, наносимый коррозией, не сводится только к потере металла вследствие его разрушения (прямые потери), больший вред наносят косвенные потери. Гибнет труд людей, затраченный на обработку металла и создание тех или иных машин и механизмов. Кроме того, немало труда приходится затратить, чтобы заменить «изъеденные» коррозией детали новыми. Например, для замены проржавевших под землей водопроводных труб приходится копать глубокие траншеи. В городе для этого надо сначала взломать асфальт, который лишь иногда лишь недавно был уложен. Чтобы сменить детали, например, химических или нефтехимических аппаратов, приходится останавливать производство, а вынужденная остановка даже на сутки обходится большими потерями готовой продукции. При коррозии загрязняется окружающая среда (например, за счет утечки газа, нефти), может произойти снижение качества или порча выпускаемой продукции и т.д. Таким образом, потери от коррозии в сотни раз превосходят стоимость металла.

И так, что же такое коррозия?

Коррозия (от латинского слова «коррозио» - разъедание) – это самопроизвольно протекающий процесс разрушения металлов в результате взаимодействия с окружающей средой.

В зависимости от условий, в которых протекает коррозия, и механизма взаимодействия металлов с окружающей средой различают химическую и электрохимическую коррозию.

Химическая коррозия протекает в сухих газах (газовая коррозия) при повышенных температурах и не сопровождается возникновением электрического тока. Она протекает по механизму гетерогенных реакций. Газовой коррозии подвергаются металлы при термической обработке (ковка, прокат), детали двигателей внутреннего сгорания, арматура печей и т.д.

Отличительной особенностью химической коррозии является то, что продукты коррозии (например, оксидные пленки) носят первичный характер, то есть образуются непосредственно в местах соприкосновения металла с агрессивной средой. Поэтому скорость коррозионного процесса определяется не только природой металла, но и свойствами образовавшихся оксидных пленок. Например, на поверхности щелочных и щелочноземельных металлов в процессе окисления кислородом воздуха образуются толстые, рыхлые оксидные пленки, через которые свободно проникает кислород, поэтому они не защищают металл от разрушения. А на поверхности цинка, алюминия, никеля, хрома и других металлов формируются тонкие, эластичные и сплошные оксидные пленки, которые изолируют металл от контакта с

агрессивной средой. Именно эти металлы применяют в качестве легирующих добавок к стали (для повышения жаростойкости сплавов) и для нанесения защитных покрытий на изделия, работающие в условиях газовой коррозии.

Химическая коррозия протекает не только в сухих газах, но и в неэлектролитах (бензин, керосин, сероуглерод и т.д.). Например, коррозия бензобаков, нефтепроводов, нефтехимического оборудования.

В двадцатых годах 19 века электролитическую коррозию изучают Г. Дэви и М. Фарадей. С тех пор во многих странах мира было выполнено очень много работ по коррозии различных металлических материалов. В начале тридцатых годов 20 века, советский ученый Фрумкин А.Н., изучая амальгамы металлов, показал, что активный металл амальгамы растворяется в кислотах, хотя амальгама – это однородное вещество. В 1935 году А.И. Шултин объяснил коррозию как индивидуальность металлов, так и сплавов. Он рассмотрел механизм протекания процесса коррозии и факторы, влияющие на его скорость. В том же 1935 году Я.В. Дурдин так же высказал обоснованную им мысль о растворении металлов в кислотах без наличия инородных включений в них. Таким образом, советские ученые сформулировали теорию электрохимической коррозии металлических материалов.

Электрохимическая коррозия протекает в растворах электролитов (кислоты, основания, соли, морская и речная вода, влажная почва, атмосфера любого влажного газа) и сопровождается возникновением электрического тока. Она протекает по механизму гальванического элемента.

Для того чтобы лучше понять механизм электрохимической коррозии, рассмотрим два примера:

- 1 – растворение чистого цинка в кислоте;
- 2 – растворение цинка, который находится в контакте с медью.

Известно, что большинство химически чистых металлов устойчиво к воздействию внешней среды. Так, если химически чистый цинк поместить в раствор соляной кислоты, то сначала реакция протекает быстро, а затем постепенно замедляется. Это обусловлено тем, что ионы цинка переходят в раствор и образуют у поверхности, металла слой положительно заряженных ионов. Этот слой является барьером, препятствующим проникновению одноименно заряженных ионов водорода к поверхности металла. Кроме этого, при растворении цинка в его кристаллической решетке накапливаются электроны, которые затрудняют дальнейший переход поверхностных ионов цинка в раствор. Это и приводит к замедлению взаимодействия цинка с кислотой.

Другие причины коррозии металла

Развитию коррозионных процессов способствуют радиация, продукты жизнедеятельности микроорганизмов и бактерий. Коррозия, вызываемая морскими микроорганизмами, наносит ущерб днищам морских судов, а

коррозийные процессы, вызванные бактериями, даже имеют собственное название — биокоррозия.

Совокупность воздействия механических напряжений и внешней среды многократно ускоряет коррозию металлов — снижается их термоустойчивость, повреждаются поверхностные оксидные пленки, а в тех местах, где появляются неоднородности и трещины, активизируется электрохимическая коррозия.

Неизбежными последствиями технического прогресса является загрязнение нашей среды обитания — процесс, ускоряющий коррозию металлов, поскольку внешняя окружающая среда проявляет к ним все большую агрессию. Каких-либо способов полностью исключить коррозионное разрушение металлов не существует, все, что можно сделать, это максимально замедлить этот процесс.

Для минимизации разрушения металлов можно сделать следующее: снизить агрессию среды, окружающей металлическое изделие; повысить устойчивость металла к коррозии; исключить взаимодействие между металлом и веществами из внешней среды, проявляющими агрессию.

Человечеством за тысячи лет испробованы многие способы защиты металлических изделий от химической коррозии, некоторые из них применяются по сей день: покрытие жиром или маслом, другими металлами, корродирующими в меньшей степени (самый древний метод, которому уже более 2 тыс. лет — лужение (покрытие оловом)).

В настоящее время для защиты металлов от коррозии используют различные методы:

1. Легирование металлов. В качестве легирующих добавок применяют хром, никель, кремний, кобальт и другие элементы. Так, нержавеющая сталь содержит до 18 % хрома и до 10% никеля.

2. Металл изолируют от контакта с окружающей средой путем применения различных покрытий, которые можно разбить на две группы: неметаллические – эмали, лаки, краски; металлические – лужение (покрытие оловом), цинкование, никелирование. Но если, например, целостность поверхности луженого железа нарушена, то, поскольку защищающий металл (олово) менее активен, разрушаться будет железо.

3. Можно для защиты железа так же использовать протекторную защиту с помощью более активного металла, который будет вызывать действие агрессивной среды на себя, например – цинк или магний.

4. Понижение агрессивных свойств среды достигается добавлением в раствор веществ, замедляющих коррозию, - ингибиторов. В зависимости от природы металла и раствора применяют различные ингибиторы. Так, для защиты железа и стали в нейтральных средах можно использовать щелочи.

5. Катодная защита. Целесообразно использовать, если среда, с которой контактирует металл – электропроводящая. На материал подается

(систематически или постоянно) большой «минусовой» потенциал, который делает в принципе невозможным его окисление.

Но что делать, если металл уже подвергся коррозии? Способ очистки может быть механический или химический.

Ржавчину можно удалить при помощи наждачной бумаги или металлической щетки. Это самый старый и трудоемкий способ. Технология этого метода предельно проста. Сначала следует подобрать бумагу нужной зернистости, после чего ручным методом счистить ржавчину с поверхности. Для более эффективного результата можно воспользоваться электрической дрелью с установленным на ней шлифовальным кругом. В этом случае значительно увеличится скорость процесса и не придется прикладывать столько усилий. Для качественной очистки в конце нужно будет доработать наждачной бумагой. Но для тонких изделий данный метод не подойдет.

Более эффективным и менее трудоемким является химический способ удаления ржавчины. В состав очищающего вещества должна входить ортофосфорная кислота, под действием которой оксиды железа преобразуются в более стабильные фосфаты. Перед нанесением этого вещества необходимо очистить поверхность от рыхлых частиц ржавчины. Их легко можно удалить при помощи шпателя или ножа. После этого поверхность нужно покрыть равномерным слоем очищающего вещества. Это можно сделать кисточкой, валиком или тряпкой, обязательно надев резиновые перчатки. Данное вещество следует оставить до полного высыхания, примерно на 1-2 часа. Если же оно попало на поверхности, не подлежащие дальнейшей грунтовки или покраске, его нужно смыть водой. Данный способ подходит не только для удаления ржавчины, но и для предупреждения ее образования.

В некоторых случаях ржавчину удаляют тряпкой, смоченной в керосине, но глубоко въевшиеся пятна таким способом не удалить. Если нужно удалить ржавчину с небольшой металлической детали, то в этом случае ее следует погрузить в слабый раствор серной кислоты, предварительно прикрепив кусочек цинка. Деталь можно извлечь через несколько дней, промыть ее водой и высушить.

Если металл уже подвергся коррозии, то после очистки от ржавчины он будет подвергаться ей снова и снова. Поэтому необходимо после очистки принять необходимые меры по защите этого металла от повторной коррозии. Сделать это можно различными способами, приведенными ранее.

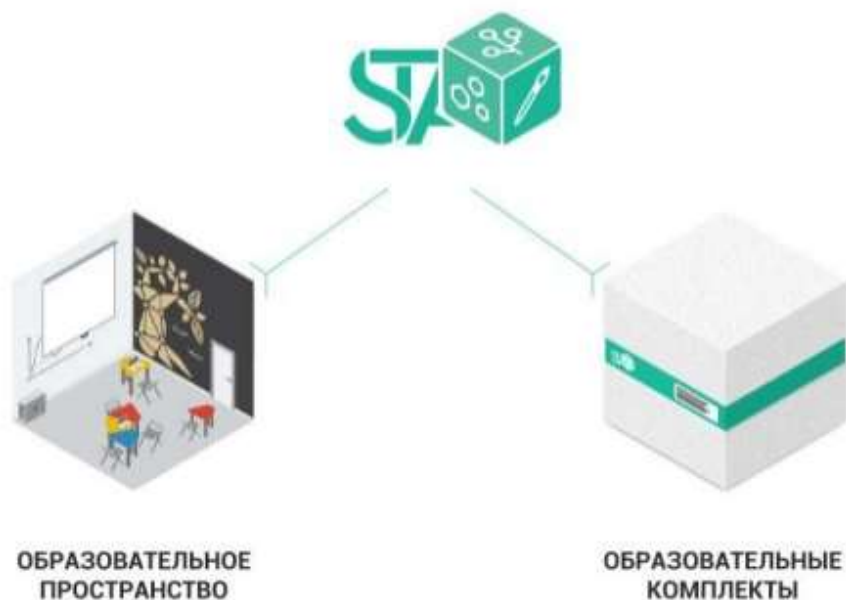
## Миссия модуля

*Железо применяться стало шире,  
Сейчас оно повсюду в нашем мире!*

Кто сказал, что учёба не может быть интересной?

Данный модуль подразумевает интерактивную деятельность, благодаря которой учащиеся смогут изучить явление коррозии наглядно, сделать соответствующие выводы, предложить свои идеи по изучению данного явления.

Юным исследователям предстоит увлекательная работа с модулем: изучение теоретической части и ее осуществление на практике. Используя модуль, учащиеся смогут самостоятельно провести химические опыты, глубже погрузиться в изучение химических свойств железа и его соединений, повысить уровень теоретической подготовки по предмету, получить положительные эмоции от совместной работы.



## Практическая часть

### Занятие №1

#### Как получить ржавчину

Коррозией считается явление, которое в большинстве случаев приносит ущерб. Однако в ходе этого процесса получается ценное вещество - оксид железа. В лабораторных условиях для его получения можно вызвать коррозию специально.

#### Инструкция

Возьмите обычную пластмассовую бутылку объемом порядка 0,5 литра. Наполните эту емкость водой. Возьмите половину упаковки канцелярских скрепок. Скрепки не должны быть покрыты снаружи ни чем - ни напылением другого металла, ни пластмассовой оболочкой. Высыпьте все содержимое упаковки в бутылку. Плотно заверните крышку. Забудьте о бутылке на несколько недель.

Через неделю взгляните на бутылку. Вы обнаружите, что все скрепки стали ржавыми, а вокруг них плавают хлопья ржавчины.

Перелейте содержимое бутылки в емкость с большой площадью испарения и поставьте ее около батареи отопления. Дождитесь полного испарения - стенки сосуда должны оказаться абсолютно сухими.

Теперь можно высыпать из бутылки хлопья ржавчины и ржавые скрепки. Те из них, которые не высыпаются, можно удалить легким постукиванием или палочкой. Все содержимое бутылки пересыпьте, например, в коробочку с крышкой. Вы получили **ржавчину** (оксид железа) в чистом виде.

### Занятие №2 - 5

#### Как ещё заржавить металл

#### Предупреждение!

При работе с соляной кислотой, отбеливателем или перекисью всегда соблюдайте осторожность. Даже в низких концентрациях эти химические вещества могут вызвать раздражение кожи или слизистой оболочки.

#### 2- 1 Раствор соли меди

Возьмите ржавеющий металл. Нержавеющую сталь, сплав железа и хрома очень трудно заржавить. Чугун или кованое железо ржавеют лучше.

Приготовьте 3%-ный раствор хлорида или сульфата меди.

Тщательно очистите сталь или железо. Раствор соли лучше работает, если металл будет очень чистым (вполне достаточно вымыть металл водой с мылом).

Нанесите тонкий слой раствора на поверхность металла и дайте ему высохнуть на воздухе. Раствор можно наносить кистью для краски. Используйте защитные перчатки и защитные очки при применении раствора.

Дайте металлу заржаветь. В течение часа вы должны увидеть на металле заметную ржавчину. Не нужно вытирать или смывать раствор, он выветрится естественным путем. Если вы хотите получить более толстый слой ржавчины, нанесите раствор еще один раз.

#### 2 - 2 Уксус и отбеливатель

Этот метод лучше всего работает для оловянных или железных изделий. Смешайте в большой пластиковый емкости одну часть уксуса с двумя частями хлорной извести.

Поместите металл в емкость. Держите его в растворе около тридцати минут. За это время на металле должен появиться потрескавшийся слой ржавчины.

Высушите предмет с помощью бумажного полотенца. Утилизируйте раствор уксуса и отбеливателя, вылив его в слив.

Дождитесь, пока предмет полностью высохнет, прежде чем делать с ним что-либо. Убедитесь, что металл полностью сухой, перед тем, как дотрагиваться до него, чтобы не подвергать вашу кожу контакту с большим количеством хлорки. Когда предмет высохнет, сотрите ржавчину до необходимой степени.

Используйте грунтовку в аэрозоле, чтобы закрепить ржавчину на предмете. Обычно для этого хорошо подходит матовый спрей герметик.

### **2- 3 Перекись и соль**

Помещение для работы должно быть хорошо проветриваемым. Использование перекиси может быть опасным, если слишком много ее вдыхать. Этот метод подойдет как для железа, так и для олова.

Налейте перекись в бутылку с распылителем. Обработайте металл значительным количеством пероксида. Посыпьте металл поваренной солью. Нужно делать это в то время, когда перекись еще влажная. Процесс ржавления начнется почти сразу же и будет легко заметен. Вы можете использовать больше или меньше соли, в зависимости от того, насколько толстый слой ржавчины хотите получить.

Дайте металлу высохнуть на свежем воздухе. Если вы протрете соль, когда перекись еще влажная, то нарушите процесс ржавления, и ржавчина образует неравномерные пятна на металле. После высыхания сотрите соль и полюбуйтесь вашей работой.

Экспериментируйте с этим методом. Мы познакомили вас с основами того, как использовать перекись и соль, чтобы заржавить металл, однако при использовании этого метода нет предела совершенству. Сотрите соль, а затем снова распылите перекись на металл. Пробуйте наносить разное количество соли или окунуть металл в воду, как только он высохнет. Вода придаст ржавчине более гладкую структуру. Попробуйте использовать разные соли, которые имеются в школьной лаборатории кабинета химии.

### **2- 4 Уксус и перекись**

Защитите рабочую поверхность, если это необходимо. Разложите металлические предметы. Распылите перекись водорода на металл. Сразу же распылите белый уксус на металлические предметы. Дайте металлу заржаветь до конца дня.

## **Занятие №6**

### **Условия влияющие на протекание коррозии железа**

При использовании металлических материалов очень важен вопрос о скорости их коррозии. Данный эксперимент позволяет наблюдать процесс коррозии в различных средах и с различными условиями. Вам потребуется 8 стаканов и 8 железных гвоздей.

Для проведения эксперимента потребуется помыть гвозди с мылом, чтобы избавиться от слоя масла, когда гвозди высохнут, зачистить их поверхностью наждачной бумагой, и промойте еще раз.

1й стакан – заполнить водопроводной водой и опустить в него гвоздь.

2й стакан – заполнить водопроводной водой, добавить поваренную соль и опустить в него гвоздь.

3й стакан – заполнить водопроводной водой с поваренной солью, к гвоздю прикрепить медную проволоку и опустить в стакан.

4й стакан – заполнить водопроводной водой с поваренной солью, к гвоздю прикрепили предварительно зачищенную наждачной бумагой алюминиевую проволоку и опустить в стакан.



5й стакан – заполнить водопроводной водой с поваренной солью, добавить в раствор гидроксид натрия и опустить в него железный гвоздь.

6й стакан – заполнить «морской» водой (в воде растворить соли кальция, магния, натрия), опустить в него железный гвоздь.

7й стакан – заполнить водопроводной водой с поваренной солью, и опустить в него железный гвоздь, покрытый лаком для ногтей.

8й стакан – заполнить кипяченой водой и опустить в него железный гвоздь.

\*Вы можете сами придумать другие варианты растворов.

Сделать вывод о скорости коррозии железа в различных средах.

## Занятие № 7 Катализаторы (стимуляторы) коррозии

Налейте в пробирку 2 мл 2N раствора соляной кислоты и опустите в нее алюминиевую проволочку. Идет ли реакция? Добавьте в пробирку небольшое количество кристаллического хлорида натрия. Запишите наблюдения.

## Занятие №8 Влияние различных металлов и электролитов на процесс коррозии железа

Пробирки пронумеруйте и поместите в них:

В пробирку №1 - раствор хлорида натрия и железный гвоздь;

В пробирку №2 - раствор хлорида натрия и железный гвоздь, обвитый медной проволокой;

В пробирку №3- раствор хлорида натрия, железный гвоздь и цинк;

В пробирку №4- воду и железный гвоздь.

Сравните результаты опытов. Сделайте вывод о том, где сильнее протекает коррозия, и как влияет на коррозию железа присутствие других металлов и электролитов.

## Занятие №9 Изучение коррозии металлических пар «железо – медь», «железо – алюминий» в различных средах

В стаканы с водопроводной водой, раствором щелочи, раствором кислоты и раствором поваренной соли поместить металлические пары «железо – медь», «железо – алюминий» и оставить на время. Каждые сутки визуально отмечать происходящие изменения. Сделайте вывод.

Стакан 1	Водопроводная вода	Железо+медь
Стакан 2	Раствор соляной кислоты	Железо+медь
Стакан 3	Раствор гидроксида натрия	Железо+медь
Стакан 4	Раствор хлорида натрия	Железо+медь
Стакан 5	Водопроводная вода	Железо+алюминий
Стакан 6	Раствор соляной кислоты	Железо+алюминий
Стакан 7	Раствор гидроксида натрия	Железо+алюминий
Стакан 8	Раствор хлорида натрия	Железо+алюминий

## Занятие №10

## Коррозия железа в среде неэлектролитов

В мерные цилиндры с бензином и дизельным топливом поместить железные гвозди. В первом случае железный гвоздь полностью погрузить в среду неэлектролита, т.е. так, чтобы не было контакта железа с кислородом воздуха. Во втором случае железный гвоздь наполовину погрузить в среду неэлектролита, т.е. так, чтобы был контакт железа с кислородом воздуха.

Цилиндр 1	Дизельное топливо + железо (без кислорода)
Цилиндр 2	Бензин + железо (без кислорода)
Цилиндр 3	Дизельное топливо + железо + воздух
Цилиндр 4	Бензин + железо + воздух

Каждые сутки визуально отмечать происходящие изменения. Сделать вывод.

### Занятие №11

#### Опыты с ржавчиной

С этим веществом можно провести ряд интересных опытов. Попробуйте намагнитить хлопья. Они будут сохранять намагниченность и после прекращения воздействия поля. Вещества, обладающие этим свойством, называют магнитотвердыми. В магнитных лентах для хранения информации применяется именно оксид железа.

Измерьте сопротивление оксида железа. Вы обнаружите, что оно очень велико. Также некоторые разновидности этого вещества обладают слабо выраженными полупроводниковыми свойствами.

### Занятие №11

#### Очищение железа от ржавчины

1) Оборудование и реактивы: вода, щавелевая кислота, пробирка, чашка Петри. Растворите 0,5 см<sup>3</sup> щавелевой кислоты в четверти пробирки воды. Вылейте смесь в чашку Петри, и поместите в нее ржавую железную скрепку, или проведите очищение скрепки прямо в пробирке.

2) Оборудование и реактивы: водопроводная вода, ржавый предмет, пищевая сода. Наполните пластиковую емкость водопроводной водой в количестве, достаточном для того, чтобы погрузить в неё ржавый предмет. Добавьте пищевую соду (одна столовая ложка на четыре литра воды). Размешайте до растворения. Оцените степень очистки железа. Сделайте соответствующие выводы.

### Занятие №12

#### Выведение ржавчины в домашних условиях

Попробуйте удалить ржавчину с помощью следующих рецептов. Сделайте вывод об их эффективности.

**Томатный соус.** Подходит для мелких предметов. Чтобы убрать ржавчину с помощью этого средства, нужно подержать в соусе поржавевшую деталь, а потом зачистить ее щеткой по металлу.

**Столовый уксус.** Это — одно из самых эффективных домашних средств, применяемых для избавления от ржавчины. Проржавевшую деталь нужно поместить в посуду с уксусом

на сутки, после чего снять ржавый слой жесткой тряпкой или щеткой по металлу. После этого изделие нужно промыть в теплой воде и просушить.

**Соль.** Она относится к мягким абразивным веществам, поэтому перед покраской ржавых металлических поверхностей на них вначале насыпают слой соли, а позже счищают вместе с отслоившейся ржавчиной.

**Лимонный сок.** Перед тем, как окрашивать металл с пятнами коррозии, его можно протереть половинкой лимона и пройтись по поверхности жесткой щеткой.

**Картофель.** Картофель также используют перед работами по покраске металла. Нужно разрезать клубень на две части и хорошо потереть им ржавое место.

**Кока-кола.** Этот популярный напиток с успехом применяется против ржавчины на металле — все потому, что в его составе присутствует фосфорная кислота, растворяющая окись железа.

**Керосин.** Это средство подходит для небольших пятнышек ржавчины, которые протирают смоченной в керосине тряпкой.

**Смесь древесного угля и машинного масла.** Древесный уголь (золу) измельчают и смешивают с машинным маслом так, чтобы образовалась густая масса. Ее на несколько часов накладывают на заржавевшее место, а затем счищают жесткой щеткой.

**Рыбий жир.** Его обильно наносят на ржавое пятно и дают постоять около двух часов. По прошествии этого времени ржавчина легко счищается. Данное средство хорошо и тем, что способствует образованию защитной пленки, которая некоторое время будет беречь металл от коррозии.

## Занятие №13

### Удаление пятен ржавчины с ткани

Очень сложным процессом является удаление ржавых пятен с текстиля. В домашних условиях для достижения данной цели можно использовать следующие подручные и химические средства. Сделайте вывод об их эффективности.

**Лимон.** Дольку лимона завернуть в чистую белую тряпку или марлю, плотно прижимают к пятну на несколько минут, а затем проглаживают горячим утюгом пропитанное лимонным соком место.

**Перекись водорода.** Это средство применяется для борьбы с пятнами ржавчины исключительно на белой ткани. Необходимо смочить ватный тампон в перекиси и зачистить пятно.

**Раствор щавелевой и уксусной кислоты.** Чтобы приготовить средство для удаления стойких ржавых пятен, нужно развести 1 столовую ложку щавелевой кислоты в 1 стакане воды. В такой же пропорции разводят уксусную кислоту, после чего оба раствора вливают в эмалированную посуду. Раствор доводится практически до кипения, после чего в него опускают часть ткани с ржавым пятном и держат до того момента, пока пятно не сойдет. После этого ткань нужно обязательно прополоскать в содовом растворе для нейтрализации воздействия кислоты.

**Солевой раствор винной кислоты.** Для получения этого средства нужно смешать в одинаковой пропорции соль и порошок винной кислоты. В полученную смесь начинают вливать воду, пока не получится масса густой консистенции. Средство наносится на ржавое пятно, после чего ткань вывешивают под прямыми солнечными лучами. После исчезновения ржавчины ткань нужно ополоснуть в холодной воде и постирать.

**Уксус и нашатырный спирт.** Для получения средства необходимы 2 столовые ложки уксуса, которые подогревают на небольшом огне и смешивают с одним стаканом воды. В полученный раствор опускают кусок ткани с ржавчиной и держат в течение 2-3



минут. После этого подготавливается раствор воды и нашатыря (на 1 литр воды 1 столовая ложка нашатырного спирта), в котором ополаскивается вещь.

**Соляная кислота.** Этот способ подходит для белых тканей без рисунка. Подготавливают 25% раствор соляной кислоты, которым обрабатывают ржавое пятно до его исчезновения. После этой процедуры ткань нужно сполоснуть в слабом растворе воды и нашатыря.

**Глицерин и мел.** Такой метод используется для цветных тканей. В равной пропорции смешивают глицерин и обычный белый мел, после чего наносят полученную смесь на пятно и оставляют на 24 часа. По истечении указанного времени раствор счищают, а ткань споласкивают и стирают.

### **Занятие №14**

#### **Защита от коррозии. Оксидирование**

Зачистите наждачной бумагой 2 железных гвоздя и один из них поместите на 5 минут в пробирку с концентрированной азотной кислотой. Промойте гвозди водой и опустите их в стакан с разбавленной серной кислотой. Сравните интенсивность выделения газа в обоих случаях.

### **Занятие №15**

#### **Защита от коррозии. Ингибирование**

В две пробирки поместите немного железных опилок, добавьте в одну из них 1 мл раствора формалина ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) и прилейте в каждую пробирку по 2 мл разбавленной соляной кислоты. Сравните интенсивность выделения газа в каждой пробирке.

**Комплектация прототипа модуля «Коррозия»  
для СТА-студии  
(авторы: Попова С.В., Сысоева А., Трофимова А., Жильникова А.,  
Кнышова А.)**

**Оборудование из расчета групповой работы – 5 групп по 3 человека**

№	Наименование	Шт.
1.	Канцелярские скрепки	15 упаковок
2.	Гвозди железные	100 шт
3.	Магнит	5 шт
4.	Медный купорос (сухой)	100 г
5.	Стаканы пластиковые	25 шт
6.	Кисточки для краски	5 шт.
7.	Стаканы стеклянные	5 шт.
8.	Уксусная кислота (9% р-р)	100 мл
9.	Хлорная известь	100 г
10.	Поваренная соль	100 г
11.	Пероксид водорода (3%)	100 мл .
12.	Винная кислота	100 г
13.	Дизельное топливо	100 мл
14.	Бензин	100 мл
15.	Щавелевая кислота	100 г
16.	Сульфат железа	100 г
17.	Пищевая сода	1 уп.
18.	Бумажные полотенца	5 шт.
19.	Чашка Петри	5 шт
20.	Пробирки	30 шт
21.	Салфетки х/б	15 шт.