Управление по образованию, спорту и туризму Воложинского райисполкома

Государственное учреждение образования «Средняя школа №2 г. Воложина»

**ХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗА**

**Авторы:**

Жук Константин Викторович, учащийся XI класса,

Сухолет Кристина Алексеевна, учащаяся XI класса

**Руководитель:**

Холевинская Татьяна Вячеславовна,

учитель химии высшей квалификационной

категории

**Воложин, 2023**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| **ВВЕДЕНИЕ**……………………………….…………………............................ | 3 |
| **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**………………………………………………………… | 4 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЭТАП «1»………………………………………. | 5 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЭТАП «2» …………………………….……….. | 6 |
| 2.1. Приготовление 1%-х растворов солей калия (расчёт на примере иодида калия)……………………………………………………………… | 6 |
| 2.2. Изучение влияния различных анионов на условную скорость химической коррозии железа во влажном воздухе……………………… | 6 |
| **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**…………………………………………….……………....... | 8 |

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**..…………………….. 9

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

Металлы всегда были интересны человеку. Без них мы не представляем своей жизни. Что случится, если металлы исчезнут? Не будет машин, поездов, самолетов, предметов быта, монет, электрических лампочек…

Металлы – это пример прочности, однако, и они недолговечны, т.к. на них может отрицательно влиять окружающая среда. На поверхности металлов постоянно происходят различные процессы, приводящие к их разрушению. Эти процессы называют коррозией.

Различают два типа коррозии: электрохимическую и химическую. Электрохимическая коррозия является наиболее распространенным видом коррозии, в ходе которой происходит разрушение металлов при их контакте с другими металлами в электропроводной среде.

Химическая же коррозия возникает тогда, когда металл контактирует со средой, которая не проводит электрический ток. Примером такой коррозии может быть взаимодействие металлов с кислородом (при высоких температурах), галогенами и т.д. Химическая коррозия протекает и в некоторых жидкостях, которые не проводят электрический ток, но способных вступать в реакцию с металлами.

При изучении литературы по теме «Коррозия металлов» мы обратили внимание на тот факт, что больше всего изучена электрохимическая коррозия. Что касается химической коррозии, мы узнали, что она ускоряется в присутствии различных ионов, выполняющих роль катализаторов разрушения металлов. Поэтому нам стало интересно, как будет корродировать железо, если после контакта с растворами ряда солей оставить его на длительное время во влажной среде.

Решение этого вопроса нам показалось актуальным, поскольку из повседневной жизни известно, что железо, оставаясь во влажном воздухе, достаточно быстро разрушается. Поэтому мы решили выяснить, как наличие различных анионов на поверхности железа повлияет на его коррозию, и количественно охарактеризовать это влияние.

**Объектом** нашего исследования является техническое железо.

**Цель исследования:**изучить влияние различных анионов на скорость химической коррозии железа во влажном воздухе, разработать и апробировать соответствующие методики.

**Задачи исследования:**

1. Исследовать влияние растворов солей калия на процесс разрушения железа во влажном воздухе.
2. Определить степень влияния различных анионов на условную скорость коррозии железа, пропорциональную приращению массы исследуемых образцов за одинаковые промежутки времени при постоянной температуре.
3. Разработать и апробировать методику эксперимента.
4. Проанализировать и обобщить полученные данные.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**Методы исследования**:

1. Изучение литературы по данной тематике, анализ и обобщение полученной информации.
2. Планирование химического эксперимента. Разработка соответствующих экспериментальных методик, наиболее оптимальных в условиях школьной химической лаборатории.
3. Выполнение серии соответствующих опытов.
4. Анализ полученных результатов.

Эксперимент проводили в соответствии с требованиями правил безопасного поведения с использованием защитных материалов – резиновых перчаток, халатов.

**Этапы исследовательской работы:**

1. Подготовка материала (железных гвоздей), приготовление растворов солей калия, некоторых органических веществ к эксперименту.
2. Определение условной скорости коррозии.
3. Обобщение и обработка полученных результатов, формулировка выводов.

**Реактивы, материалы и лабораторное оборудование:**

Стальные гвозди (100 мм, ГОСТ 4028-63); неорганические вещества: дистиллированная вода, иодид калия (KI), нитрат калия (KNO3), гидрокарбонат калия (KHCO3), гексацианоферрат(II) калия (K4[Fe(CN)6], гескагидроксоантимонат калия (KSb(OH)6), гексацианоферрат(III) калия (K3[Fe(CN)6], гидрофосфат калия (K2HPO4), карбонат калия (K2CO3), дихромат калия (K2Cr2O7), хромат калия (K2CrO4), пероксодисульфат калия (K2S2O8), сульфат калия (K2SO4), роданид калия (KCNS), хлорид калия (KCl); электронные лабораторные весы; химические стаканы; стеклянные сосуды; стеклянные палочки; воронки; мерные цилиндры; чашки Петри; фильтровальная бумага.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЭТАП «1»**

*Целью данного этапа* была предварительная подготовка материала к проведению эксперимента.

1. Для этого стальные гвозди в количестве 14 штук промыли в бензине для обезжиривания, затем тщательно протерли губкой с моющим средством, тщательно ополоснули водой и просушили бумажным полотенцем.

2. Каждый гвоздь прикрепили к полиэтиленовой крышке для сосудов объёмом 1 дм3 таким образом, чтобы гвоздь мог висеть. Расстояние от острия подвешенного гвоздя до дна сосуда составило 3 см. Гвозди пронумеровали, взвесили вместе с крышками.

3. Все действия повторили два раза (для опытов серии «А» и серии «Б») и внесли результаты взвешиваний в таблицу 1.

Таблица 1**. Состав солей и массы образцов (г)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номера образцов и состав**  **соответствующих солей** | | **Масса образцов (г)** | |
| **Серия опытов «А»** | **Серия опытов «Б»** |
| **1** | **KI** | 20,98 | 21,07 |
| **2** | **KNO3** | 20,29 | 20,36 |
| **3** | **K4[Fe(CN)6** | 20,28 | 20,35 |
| **4** | **KHCO3** | 20,28 | 20,35 |
| **5** | **K3[Fe(CN)6** | 20,27 | 20,12 |
| **6** | **KSb(OH)6** | 20,32 | 20,24 |
| **7** | **K2HPO4** | 20,34 | 20,55 |
| **8** | **K2CO3** | 20,88 | 20,53 |
| **9** | **K2Cr2O7** | 20,32 | 20,09 |
| **10** | **K2CrO4** | 20,30 | 20,11 |
| **11** | **K2S2O8** | 20,32 | 20,28 |
| **12** | **K2SO4** | 20,25 | 19,98 |
| **13** | **KCNS** | 20,27 | 20,24 |
| **14** | **KCl** | 20,28 | 20,31 |

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЭТАП «2»**

*Целью данного этапа* было изучение влияния различных анионов на условную скорость химической коррозии железа во влажном воздухе.

**2.1. Приготовление** **1%-х растворов солей калия (расчёт на примере иодида калия)**

Сначала провели расчёт массы иодида калия и объём воды, необходимых для приготовления 1 %-го раствора соли.

**Задача 1*.***

Дано: *m* (KI) = 0,5 *г*

*w* (KI) = 1 %или 0,01

***Решение.***

1) *w*(KI) = *m*(KI)/*m*(р-ра); *m* (р-ра) = 0,5 г/0,01 = 50,0 г.

2) *m* (H2O) = 50 г – 0,5 г = 49,5 г, а *V* (H2O) = 49,5 см3 (т. к. ρ (Н2О) =1 г/см3).

На электронных лабораторных весах взвесили рассчитанную массу соли. Мерным цилиндром отмерили необходимый объём воды и перелили её в химический стакан. Добавили навеску соли и перемешали до полного растворения её кристаллов.

Таким способом были приготовлены растворы всех солей.

В каждый из приготовленных растворов на 5 с опустили гвоздь, который затем просушили на воздухе в подвешенном состоянии.

**2.2. Изучение влияния различных анионов на условную скорость химической коррозии железа во влажном воздухе**

Для серии опытов «А» в 14 стеклянных сосудов налили по 140 см3воды, поместили в них подвешенные к крышкам и просушенные гвозди на расстоянии 2 смнад уровнем воды и плотно закрыли. Измерили температуру воздуха в лаборатории.

Через 3 суток гвозди извлекли из сосудов, просушили на воздухе, вновь взвесили, результаты взвешивания внесли в таблицу 2 (приложение 1). Сосуды закрыли.

Всего по серии опытов «А» провели 12 взвешиваний с периодичностью в 3 суток.

Одновременно проводили опыты серии «Б». Результаты также вносили в таблицу 2.

Затем для каждой серии опытов рассчитали условную скорость коррозии образцов, равную среднему приращению их массы за единицу времени – сутки:

***ύ =*** **Δ*m /******Δt*** *(1)*,

где ***ύ*** – условная скорость коррозии (мг/сутки); **Δ*m*** – приращение массы (мг),  
**Δ*t*** -время (сутки).

По этой же формуле (1) рассчитали и среднее значение условной скорости коррозии (мг/сутки). Все расчёты внесли в таблицу 2, а по результатам последних расчётов построили диаграмму:

Анализ полученных результатов показывает, что быстрее всего железо, оставленное на длительное время во влажной среде, корродирует после контакта с раствором гидрокарбоната калия (KHCO3), а медленнее – с раствором дихромата калия (K2Cr2O7).

Такие же результаты наблюдали и в серии опытов «Б».

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При выполнении данной работы мы на практике убедились в том, что металлы, находясь во влажной среде, подвергаются коррозии. В нашем случае была рассмотрена химическая коррозия, т. е. разрушение металла во влажном воздухе, т.е. среде, не проводящей электрического тока. Железо в ходе эксперимента претерпело некоторые изменения, которые вызываются окислительно-восстановительными процессами, протекающими на границе металл/окружающая среда. Гвозди потеряли блеск, на их поверхности образовались пятна красного-бурого цвета, что обусловлено образованием гидратов переменного состава Fe2O3·*n*H2O в соответствии со схемой: 2*x*Fe + *n*H2O + 3*x*/2O2 → *x*Fe2O3· *n*H2O.

**ВЫВОДЫ**

1. Установлено, что растворы солей калия по-разному влияют на процесс разрушения железа во влажном воздухе.

2. Определено, что быстрее всего железо, оставленное на длительное время во влажной среде, корродирует после контакта с раствором гидрокарбоната калия, а медленнее – с раствором дихромата калия.

3. Доказано, что степень влияния различных анионов на условную скорость коррозии железа, пропорциональна приращению массы исследуемых образцов за одинаковые промежутки времени при постоянной температуре.

4. В ходе выполнения работы были проведены расчеты.

Изучение литературы, подготовка эксперимента и его выполнение послужили для нас стимулом для более глубокого изучения очень интересной науки химии. Знания и умения, приобретенные при выполнении работы, помогут нам и в дальнейшем.

Опыты, поставленные нами, очень интересные, их с удовольствием наблюдали наши одноклассники. Думаем, что они будут интересны и учителям школ при объяснении темы «Коррозия металлов» в 9 и 11 классах.

Исследования по изучению коррозии металлов нами продолжаются. Мы хотим проверить, как на коррозию железа будут влиять нелетучие органические вещества, а так же нам интересно изучить некоторые вопросы, связанные с электрохимической коррозией.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Агафошин, Н.П. Металлы и сплавы. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1967.
2. Балезин, С.А. Отчего и как разрушаются металлы. Пособие для учащихся. изд. 3-е, перераб. М., «Просвещение, 1976.
3. Мычко, Д.И. и др./ под ред. Т.Н. Воробьёвой. Химия. 11 класс (с электронным приложением для повышенного уровня) (2021)
4. Шиманович, И.Е. и др./ под ред. И.Е. Шимановича. Химия. 9 класс (2019)
5. <https://mktrade.by/about/stati/vidy-korrozii-i-zashchita-metallicheskikh-izdeliy/>

***Приложение 1***

Таблица 2. ***Зависимость массы образцов от времени их экспозиции,***

***среднее приращение их масс и условная скорость коррозии***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Время** |  | **KI** | **KNO3** | **K4[Fe(CN)6** | ***KHCO3*** | **K3[Fe(CN)6** | **KSb(OH)6** | **K2HPO4** | **K2CO3** | **K2Cr2O7** | **K2CrO4** | **K2S2O8** | **K2SO4** | **KCNS** | **KCl** |
| 1сутки  (*t* = 20*0* C) | **СЕРИЯ**  **ОПЫТОВ «А»** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** | ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** |
| Масса  образца (г) | 20,98 | 20,29 | 20,28 | ***20,28*** | 20,27 | 20,32 | 20,34 | 20,88 | **20,32** | 20,30 | 20,32 | 20,25 | 20,27 | 20,28 |
| 4 сутки  (*t* = 20*0* C) | Масса  образца (г) | 21,01 | 20,31 | 20,32 | ***20,29*** | 20,29 | 20,32 | 20,35 | 20,89 | **20,34** | 20,31 | 20,33 | 20,25 | 20,27 | 20,31 |
| Приращение массы (мг) | 30 | 20 | 40 | ***10*** | 20 | 0 | 10 | 10 | **20** | 10 | 10 | 0 | 0 | 20 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 10 | 7 | 13 | ***3*** | 7 | 0 | 3 | 3 | **7** | 3 | 3 | 0 | 0 | 7 |
| 7 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,01 | 20,33 | 20,33 | ***20,33*** | 20,30 | 20,32 | 20,36 | 20,90 | **20,34** | 20,34 | 20,35 | 20,26 | 20,28 | 20,33 |
| Приращение массы (мг) | 0 | 20 | 10 | ***40*** | 10 | 0 | 10 | 10 | **0** | 10 | 20 | 10 | 10 | 20 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 0 | 7 | 3 | ***13*** | 3 | 0 | 3 | 3 | **0** | 3 | 7 | 3 | 3 | 7 |
| 10 сутки  (t = 20 *0* C) | Масса  образца (г) | 21,02 | 20,34 | 20,34 | ***20,33*** | 20,31 | 20,32 | 20,38 | 20,94 | **20,34** | 20,35 | 20,35 | 20,30 | 20,29 | 20,33 |
| Приращение массы (мг) | 10 | 10 | 0 | ***30*** | 10 | 10 | 20 | 0 | **0** | 0 | 10 | 20 | 30 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 3 | 3 | 0 | ***10*** | 3 | 3 | 7 | 0 | **0** | 0 | 3 | 7 | 10 | 3 |
| 13 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,03 | 20,35 | 20,34 | ***20,36*** | 20,32 | 20,33 | 20,40 | 20,94 | **20,34** | 20,35 | 20,36 | 20,32 | 20,32 | 20,34 |
| Приращение массы (мг) | 10 | 10 | 0 | ***30*** | 10 | 10 | 20 | 10 | **0** | 10 | 10 | 0 | 10 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 3 | 3 | 0 | ***10*** | 3 | 3 | 7 | 3 | **0** | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| 16 сутки  (t = 22*0* C) | Масса  образца (г) | 21,04 | 20,36 | 20,34 | ***20,39*** | 20,33 | 20,34 | 20,42 | 20,95 | **20,34** | 20,36 | 20,37 | 20,32 | 20,33 | 20,35 |
| Приращение массы (мг) | 10 | 10 | 0 | ***30*** | 10 | 10 | 20 | 10 | **0** | 10 | 10 | 0 | 10 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 3 | 3 | 0 | ***10*** | 3 | 3 | 7 | 3 | **0** | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| 19 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,04 | 20,36 | 20,35 | ***20,41*** | 20,33 | 20,34 | 20,46 | 20,95 | **20,34** | 20,37 | 20,38 | 20,32 | 20,35 | 20,35 |
| Приращение массы (мг) | 0 | 0 | 10 | ***20*** | 0 | 0 | 40 | 0 | **0** | 10 | 10 | 0 | 20 | 0 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 0 | 0 | 3 | ***7*** | 0 | 0 | 13 | 0 | **0** | 3 | 3 | 0 | 7 | 0 |
| 22 сутки  (t = 20*0* C) | Масса  образца (г) | 21,05 | 20,37 | 20,35 | ***20,43*** | 20,34 | 20,35 | 20,47 | 20,96 | **20,35** | 20,39 | 20,39 | 20,33 | 20,37 | 20,35 |
| Приращение массы (мг) | 10 | 10 | 0 | ***20*** | 10 | 10 | 10 | 10 | **10** | 20 | 10 | 10 | 20 | 0 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 3 | 3 | 0 | ***7*** | 3 | 3 | 6 | 3 | **3** | 7 | 3 | 3 | 7 | 0 |
| 25 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,09 | 20,37 | 20,35 | ***20,46*** | 20,34 | 20,35 | 20,49 | 20,98 | **20,35** | 20,39 | 20,42 | 20,34 | 20,40 | 20,36 |
| Приращение массы (мг) | 40 | 0 | 0 | ***30*** | 0 | 0 | 20 | 20 | **0** | 0 | 30 | 10 | 30 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 13 | 0 | 0 | ***10*** | 0 | 0 | 7 | 7 | **0** | 0 | 10 | 3 | 10 | 3 |
| 29 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,14 | 20,38 | 20,36 | ***20,47*** | 20,35 | 20,35 | 20,49 | 20,98 | **20,35** | 20,40 | 20,43 | 20,34 | 20,41 | 20,36 |
| Приращение массы (мг) | 50 | 10 | 10 | ***10*** | 10 | 0 | 0 | 0 | **0** | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 17 | 3 | 3 | ***3*** | 3 | 0 | 0 | 0 | **0** | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 32 сутки  (t = 20*0* C) | Масса  образца (г) | 21,17 | 20,39 | 20,36 | ***20,49*** | 20,36 | 20,36 | 20,52 | 20,99 | **20,35** | 20,42 | 20,43 | 20,35 | 20,42 | 20,36 |
| Приращение массы (мг) | 30 | 10 | 0 | ***20*** | 10 | 10 | 30 | 10 | **0** | 20 | 0 | 10 | 10 | 0 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 10 | 3 | 0 | ***7*** | 3 | 3 | 10 | 3 | **0** | 7 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 35 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,20 | 20,40 | 20,37 | ***20,51*** | 20,37 | 20,36 | 20,54 | 21,00 | **20,35** | 20,43 | 20,45 | 20,35 | 20,44 | 20,37 |
| Приращение массы (мг) | 30 | 10 | 10 | ***20*** | 10 | 0 | 20 | 20 | **0** | 10 | 20 | 07 | 20 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 10 | 3 | 3 | ***7*** | 3 | 0 | 7 | 7 | **0** | 3 | 7 | 0 | 7 | 7 |
|  | Среднее приращение массы  Образцов (мг) | 20 | 10 | 7 | ***23*** | 9 | 5 | 20 | 9 | **3** | 10 | 13 | 5 | 14 | 8 |
|  | Среднее значение условной скорости коррозии (мг/сутки) | **7** | 3 | 2 | ***8*** | 3 | 1 | 7 | 3 | **1** | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 |

Таблица 2(а). ***Зависимость массы образцов от времени их экспозиции,***

***среднее приращение их масс и условная скорость коррозии***

**(продолжение)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Время** |  | **KI** | **KNO3** | **K4[Fe(CN)6** | ***KHCO3*** | **K3[Fe(CN)6** | **KSb(OH)6** | **K2HPO4** | **K2CO3** | **K2Cr2O7** | **K2CrO4** | **K2S2O8** | **K2SO4** | **KCNS** | **KCl** |
| 1сутки  (*t* = 20*0* C) | **СЕРИЯ ОПЫТОВ «Б»** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** | ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** |
| Масса  образца (г) | 21,07 | 20,36 | 20,35 | ***20,35*** | 20,12 | 20,24 | 20,55 | 20,53 | **20,09** | 20,11 | 20,28 | 19,98 | 20,24 | 20,31 |
| 4 сутки  (*t* = 20*0* C) | Масса  образца (г) | 21,09 | 20,37 | 20,38 | ***20,37*** | 20,14 | 20,25 | 20,56 | 20,53 | **20,10** | 20,11 | 20,30 | 20,00 | 20,26 | 20,33 |
| Приращение массы (мг) | 40 | 10 | 30 | ***20*** | 20 | 10 | 10 | 0 | **10** | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 13 | 3 | 10 | ***7*** | 7 | 3 | 3 | 0 | **3** | 0 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 7 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,10 | 20,40 | 20,40 | ***20,40*** | 20,15 | 20,25 | 20,57 | 20,54 | **20,11** | 20,13 | 20,31 | 20,01 | 20,28 | 20,34 |
| Приращение массы (мг) | 10 | 30 | 20 | ***30*** | 10 | 0 | 10 | 10 | **10** | 20 | 10 | 10 | 20 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 3 | 10 | 7 | ***10*** | 3 | 0 | 3 | 3 | **3** | 7 | 3 | 3 | 7 | 3 |
| 10 сутки  (t = 20 *0* C) | Масса  образца (г) | 21,10 | 20,41 | 20,41 | ***20,42*** | 20,16 | 20,25 | 20,58 | 20,55 | **20,12** | 20,13 | 20,32 | 20,02 | 20,28 | 20,36 |
| Приращение массы (мг) | 0 | 10 | 10 | ***20*** | 10 | 0 | 10 | 10 | **10** | 0 | 10 | 10 | 0 | 20 |
| Условная скорость  коррозии (мг/сутки) | 0 | 3 | 3 | ***7*** | 3 | 0 | 3 | 3 | **0** | 0 | 3 | 3 | 0 | 7 |
| 13 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,11 | 20,42 | 20,41 | ***20,44*** | 20,18 | 20,27 | 20,59 | 20,56 | **20,13** | 20,13 | 20,33 | 20,02 | 20,29 | 20,37 |
| Приращение массы (мг) | 10 | 10 | 0 | ***20*** | 20 | 20 | 10 | 10 | **10** | 0 | 10 | 0 | 10 | 10 |
| Условная скорость  коррозии (мг/сутки) | 3 | 3 | 0 | ***7*** | 7 | 7 | 3 | 3 | **3** | 0 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| 16 сутки  (t = 22*0* C) | Масса  образца (г) | 21,11 | 20,42 | 20,42 | ***20,46*** | 20,18 | 20,28 | 20,61 | 20,57 | **20,13** | 20,15 | 20,34 | 20,02 | 20,31 | 20,38 |
| Приращение массы (мг) | 0 | 0 | 10 | ***20*** | 0 | 10 | 20 | 10 | **0** | 20 | 10 | 0 | 20 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 0 | 0 | 3 | ***7*** | 0 | 3 | 7 | 3 | **0** | 7 | 3 | 0 | 7 | 3 |
| 19 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,12 | 20,43 | 20,42 | ***20,49*** | 20,19 | 20,29 | 20,65 | 20,58 | **20,13** | 20,17 | 20,36 | 20,03 | 20,32 | 20,39 |
| Приращение массы (мг) | 10 | 10 | 0 | ***30*** | 10 | 10 | 40 | 10 | **10** | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 3 | 3 | 0 | ***10*** | 3 | 3 | 13 | 3 | **3** | 3 | 7 | 3 | 3 | 3 |
| 22 сутки  (t = 20*0* C) | Масса  образца (г) | 21,14 | 20,43 | 20,43 | ***20,51*** | 20,19 | 20,29 | 20,66 | 20,60 | **20,13** | 20,18 | 20,36 | 20,03 | 20,34 | 20,39 |
| Приращение массы (мг) | 20 | 0 | 10 | ***20*** | 0 | 0 | 10 | 20 | **0** | 10 | 0 | 0 | 20 | 0 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 7 | 0 | 3 | ***7*** | 0 | 0 | 3 | 7 | **0** | 3 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 25 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,17 | 20,43 | 20,43 | ***20,54*** | 20,19 | 20,29 | 20,68 | 20,60 | **20,13** | 20,18 | 20,39 | 20,04 | 20,37 | 20,39 |
| Приращение массы (мг) | 30 | 0 | 0 | ***30*** | 0 | 0 | 20 | 0 | **0** | 0 | 30 | 10 | 30 | 0 |
| Условная скорость  Коррозии (мг/сутки) | 10 | 0 | 0 | ***10*** | 0 | 0 | 7 | 0 | **0** | 0 | 10 | 3 | 10 | 0 |
| 29 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,21 | 20,45 | 20,43 | ***20,56*** | 20,19 | 20,30 | 20,69 | 20,62 | **20,13** | 20,20 | 20,40 | 20,04 | 20,38 | 20,39 |
| Приращение массы (мг) | 40 | 20 | 0 | ***20*** | 0 | 10 | 10 | 20 | **0** | 20 | 10 | 0 | 10 | 0 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 13 | 7 | 0 | ***7*** | 0 | 3 | 3 | 7 | **0** | 7 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 32 сутки  (t = 20*0* C) | Масса  образца (г) | 21,25 | 20,45 | 20,43 | ***20,59*** | 20,20 | 20,30 | 20,71 | 20,62 | **20,13** | 20,21 | 20,41 | 20,04 | 20,40 | 20,40 |
| Приращение массы (мг) | 40 | 0 | 0 | ***30*** | 10 | 0 | 20 | 0 | **0** | 10 | 10 | 0 | 20 | 10 |
| Условная скорость коррозии (мг/сутки) | 13 | 0 | 0 | ***10*** | 3 | 0 | 7 | 0 | **0** | 3 | 3 | 0 | 7 | 3 |
| 35 сутки  (t = 21*0* C) | Масса  образца (г) | 21,28 | 20,47 | 20,44 | ***20,60*** | 20,22 | 20,30 | 20,74 | 20,63 | **20,13** | 20,23 | 20,42 | 20,05 | 20,40 | 20,41 |
| Приращение массы (мг) | 30 | 20 | 10 | ***10*** | 20 | 0 | 30 | 10 | **0** | 20 | 10 | 10 | 0 | 10 |
| Условная скорость (мг/сутки) | 10 | 7 | 3 | ***3*** | 7 | 0 | 10 | 3 | **0** | 7 | 3 | 3 | 0 | 3 |
|  | Среднее приращение массы  Образцов (мг) | 18 | 15 | 10 | ***26*** | 9 | 5 | 20 | 19 | **5** | 10 | 10 | 13 | 15 | 10 |
|  | Среднее значение условной скорости коррозии  (мг/сутки) | 6 | 5 | 3 | ***9*** | 3 | 3 | 7 | 6 | **2** | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 |