

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Е.А. Савельева, О.В. Рябова, Т.Ю. Ялымова

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Методические указания и контрольные задания по дисциплинам
«Коррозия и защита от коррозии»
для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»,
«Теоретические основы коррозионных процессов»
для студентов направления 18.03.01 «Химическая технология»

Энгельс 2024 г.

УДК 620.1
ББК 34.437
С12

С12 Савельева Е.А., Рябова О.В. Ялымова Т.Ю.: Коррозия и защита металлов: Методические указания и контрольные задания по дисциплинам «Коррозия и защита от коррозии» для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», «Теоретические основы коррозионных процессов» для студентов направления 18.03.01 «Химическая технология»– Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. , 2023. – 16 с.

Рецензенты: проф. каф. ТОХП, д.т.н. Соловьева Н.Д., проф. каф. ТОХП, д.т.н. Целуйкин В.Н.

Содержит задания и методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине «Коррозия и защита от коррозии» для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», «Теоретические основы коррозионных процессов» для студентов направления 18.03.01 «Химическая технология»

УДК 620.1
ББК 34.437

*Одобрено редакционно-издательским советом
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.*

Брошюра издается в авторской редакции

Введение

Задачей дисциплины «Коррозия и защита металлов» является изучение механизма коррозионных процессов в различных средах и методов защиты от коррозии в конкретных условиях. Курс базируется на законах теоретической электрохимии, физики металлов и сплавов, поэтому изучается студентами после усвоения ими указанных дисциплин.

Курс разделяется на 2 основные части. Первая часть посвящена изучению механизма химической и электрохимической коррозии в различных коррозионных средах. Вторая часть рассматривает методы защиты металлов от коррозии, новые конструкционные материалы с высоким антикоррозионными свойствами. Большое внимание уделено методам исследования коррозионных процессов.

Объем курса определяется рабочей программой.

Основной формой изучения курса является самостоятельная работа с рекомендуемой литературой. Кроме того, студенты слушают обзорные лекции, выполняют контрольные работы и лабораторный практикум.

1. Общая характеристика и механизм коррозионных процессов

1.1. Общая характеристика коррозионных процессов

Термодинамика коррозионных процессов. Классификация коррозионных процессов по механизму взаимодействия со средой, по типу коррозионных разрушений, по составу коррозионной среды. Смешанный механизм коррозионных процессов. Методы исследования коррозионных процессов: объемный, массовый, электрохимические методы. Показатели скорости коррозии (массовый, объемный, токовый, глубинный).

Методические указания

Необходимо четко уяснить, что коррозия – это самопроизвольный процесс, протекающий только под действием окружающей среды. Этот процесс обусловлен термодинамическими причинами; так как большинство металлов находится в природе не в свободном состоянии, а в виде различных соединений / оксидов, сульфидов и т.д./, то при коррозии металл стремится перейти в свое природное состояние.

Механизм же коррозионных процессов зависит от природы корродирующего металла и от состава коррозионной среды. Причем, в чистом виде, например, в случае химического механизма коррозии, коррозионный процесс протекает редко: обычно наблюдается смешанный механизм коррозии.

1.2. Химическая коррозия

Термодинамика газовой коррозии. Кинетика роста оксидных пленок

при газовой коррозии. Влияние природы металла, температуры и состава газовой среды на скорость газовой коррозии. Условие сплошности оксидных пленок. Жаростойкость и жаропрочность металлов. Теории жаростойкого легирования. Методы защиты от газовой коррозии.

1.3. Электрохимическая коррозия

Термодинамика электрохимической коррозии. Механизм электрохимической коррозии. Причины неоднородности поверхности корродируемого металла. Процессы коррозии при восстановлении кислорода. Поляризационная кривая восстановления кислорода. Предельный ток восстановления кислорода, влияние различных факторов на величину предельного тока. Процессы коррозии при восстановлении ионов водорода. Стадии выделения водорода. Кинетика анодной реакции при электрохимической коррозии. Зависимость скорости анодной реакции от потенциала. Стадийность растворения металла. Роль анионов коррозионной среды в анодном процессе при коррозии.

Пассивное состояние металлов. Влияние пассивации металлов на их коррозионную стойкость. Теории пассивного металла. Способы перевода металла в пассивное состояние. Перепассивация.

Коррозионные поляризационные диаграммы. Определение контролирующего фактора коррозии по внешнему виду коррозионной диаграммы. Коррозионные диаграммы при контакте корродирующего металла с более электроотрицательным и более электроположительным металлами. Дифференц-эффект и защитный эффект.

Методические указания

Прежде всего, необходимо уяснить различие между химическим и электрохимическим механизмом коррозии: химическая коррозия – это процесс, описываемый химической реакцией взаимодействия металла с окислителем, а электрохимическая – процесс, описываемый двумя реакциями (анодной и катодной). Причем, существенным отличием является тот факт, что скорость электрохимической коррозии зависит от потенциала корродирующего металла.

Примером химической коррозии является газовая коррозия. По электрохимическому механизму протекает большая часть коррозионных процессов, в том числе и в естественных условиях (атмосфера, почва, речная и морская вода).

Помните, что наличие хотя бы следов воды в коррозионной среде обуславливает электрохимический механизм коррозии.

В анодной реакции растворения металла могут принимать участие анионы коррозионной среды, которые могут и ускорять реакцию растворения (анионы-активаторы) и замедлять ее (анионы-пассиваторы). На пассивное состояние указывает величина потенциала металла, которая сдвинута в

область положительных значений по сравнению с равновесным потенциалом металла.

Следует помнить, что одним из методов исследования коррозии является снятие поляризационных коррозионных диаграмм, которые дают обширную информацию о характеристиках коррозионного процесса.

Вопросы для самопроверки

1. Как Вы себе представляете химический механизм коррозии?
2. Каков электрохимический механизм коррозии?
3. В чем заключается отличие химического и электрохимического механизмов коррозии?
4. Термодинамические условия протекания коррозионного процесса.
5. Напишите реакцию восстановления кислорода при электрохимической коррозии.
6. Напишите реакцию выделения водорода при электрохимической коррозии.
7. В чем причина пассивации металлов?
8. Опишите стационарную поляризационную кривую аноднопассивирующего металла.
9. Как определить контролирующий фактор коррозии, степень контроля коррозионного процесса, потенциал и скорость коррозии по коррозионным диаграммам?
10. В чем заключается защитный эффект и дифференц-эффект при электрохимической коррозии?

1.4. Коррозия в природных и промышленных средах

Атмосферная коррозия металлов. Механизм и классификация атмосферной коррозии. Фазовые и адсорбционные слои влаги. Влияние природы металла, влажности атмосферы, температуры, примесей и загрязнений на скорость атмосферной коррозии. Коррозионная агрессивность атмосферы.

Подземная коррозия металлов. Механизм и особенности подземной коррозии. Влияние влажности, плотности грунтов, наличия микроорганизмов, кислотности, электропроводности к другим факторам на скорость подземной коррозии. Коррозия под действием блуждающих токов.

Морская коррозия. Механизм морской коррозии. Влияние скорости движения воды, микроорганизмов и других факторов на скорость морской коррозии. Контакт разнородных металлов в морской воде.

Методические указания

Изучая процессы коррозии в естественных условиях, необходимо уделить особое внимание механизму коррозионного процесса. Запомните,

что в атмосфере, почве, грунтах и воде коррозия протекает по электрохимическому механизму с кислородной деполяризацией. Обратите внимание на особенности коррозионных процессов в указанных следах (влияние микроорганизмов, точечный характер разрушений при подземной коррозии и сплошной, равномерный – при атмосферой, большое значение температурного фактора при подземной коррозии и др.)

Вопросы для самопроверки

1. Каков механизм коррозионных процессов в атмосфере, почвах и грунтах, в морской и речной воде?
2. Какие примеси в атмосфере ускоряют процесс коррозии и каков механизм влияния примесей на скорость атмосферной коррозии?
3. По какому принципу классифицируются процессы атмосферной коррозии?
4. Как влияет температура атмосферы и природа корродирующего металла на скорость атмосферной коррозии?
5. Каков механизм влияния микроорганизмов на скорость подземной коррозии?
6. Как протекает коррозия под действием блуждающих токов?
7. Какие факторы влияют на скорость морской коррозии?
8. Приведите примеры контактной коррозии металлов в морской воде.

2. Основные методы защиты металлов

2.1. Классификация методов защиты

Защитное действие и защитный эффект как характеристики эффективности применяемого метода защиты. Методы воздействия на коррозионную среду, методы воздействия на границу раздела металл-коррозионная среда, методы воздействия на корродирующий металл. Предупреждение коррозии на стадии проектирования. Допустимые и недопустимые контакты металлов.

Методические указания

При изучении классификации методов защиты от коррозии следует прежде всего сделать акцент на мерах предупреждения коррозионных процессов уже на стадии проектирования металлической конструкции. Эффективность любого метода защиты характеризуется двумя основными показателями: защитным действием и защитным эффектом. Необходимо запомнить, что существует два принципиально различных метода защиты металлов от коррозии: 1 – методы воздействия на корродирующий металл или на границу раздела металл – коррозионная среда; 2 – методы воздействия на коррозионную среду. Наиболее многочисленной и более широко

применяемой является первая группа методов.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите формулы для расчета величин защитного действия и защитного эффекта.
2. Какие меры необходимо применять для предупреждения коррозии на стадиях проектирования металлических конструкций?
3. Какие методы защиты от коррозии связаны с воздействием на коррозионную среду?
4. Каков принцип классификации методов защиты металлов от коррозии?
5. Какие методы защиты от коррозии связаны с воздействием на корродирующий металл и на границу раздела металл- коррозионная среда?

2.2. Обработка коррозионной среды

Обескислороживание водных растворов; реагенты, применяемые для этих целей. Ингибиторы коррозии, их классификация. Механизм ингибирующего действия различных ингибиторов. Области применения катодных, анодных и смешанных ингибиторов коррозии. Летучие ингибиторы. Критическая концентрация ингибиторов.

Методические указания

При изучении методов обработки коррозионной среды следует запомнить, что, во-первых, эта обработка может быть связана с удалением окислителей из коррозионной среды (например, кислорода), и, во-вторых, с введением в коррозионную среду специальных веществ, замедляющих коррозию и называемых ингибиторами. Вторым путем является наиболее распространенным. В зависимости от коррозионной среды вводятся различные ингибиторы. Механизм действия ингибиторов также различен: анодные ингибиторы образуют с металлом труднорастворимые соединения, закрывающие поверхность металла; катодные ингибиторы контактно восстанавливаются на поверхности корродирующего металла, сокращая тем самым площадь катодных участков; смешанные ингибиторы образуют адсорбционную пленку на металле, и препятствуют выходу ионов металла в раствор и доступу коррозионной среды к поверхности металла. Следует помнить, что существует критическая концентрация ингибитора, ниже которой ингибитор (например, анодный) может выступать как активный деполяризатор в катодном процессе.

Вопросы для самопроверки

1. По каким признакам классифицируются ингибиторы коррозии?
2. Какие вещества используются в качестве реагентов при

обескислороживании водных растворов?

3. Каков механизм действия анодных, катодных и смешанных ингибиторов?
4. Какие вещества и в каких коррозионных средах используются в качестве анодных, катодных и смешанных ингибиторов?
5. Что такое критическая концентрация анодного ингибитора?
6. Что такое критическая концентрация смешанного ингибитора?
7. Что собой представляет летучие ингибиторы?
8. Область применения, достоинства и недостатки летучих ингибиторов.

2.3. Методы воздействия на границу раздела металл-коррозионная среда

Электрохимическая защита. Механизм катодной защиты. Область применения. Протекторная защита. Механизм протекторной защиты. Материалы, применяемые в качестве протекторов. Области применения протекторной защиты. Анодная защита. Механизм анодной защиты. Области применения.

Защитные металлические покрытия. Классификация металлических покрытий, механизм защиты. Сравнительная оценка коррозионной стойкости металлических покрытий, полученных различными способами. Оксидные и фосфатные покрытия. Неметаллические покрытия: лакокрасочные, полимерные, металлополимерные, эмалевые, покрытия резиной и каучуком. Коррозионная стойкость неметаллических покрытий.

Методические указания

При изучении электрохимической защиты следует обратить внимание на то, что катодную защиту можно применять в хорошо проводящих, но не сильно агрессивных средах (например, в почвах, речной и морской воде). Анодная защита применяется только для пассивирующихся металлов в сильноагрессивных средах.

В качестве протектора при протекторной защите применяются электроотрицательные металлы (цинк, магний и их сплавы).

При изучении защитных металлических покрытий особое внимание необходимо уделить механизму защиты анодными и катодными покрытиями: анодное покрытие защищает от коррозии и при наличии в нем дефектов, так как оно является более электроотрицательным, чем защищаемый металл; катодное же покрытие защищает от коррозии только при условии сплошности и беспористости покрытия. В случае нарушения покрытия будет разрушаться основной слой металла как наиболее отрицательный. Большое внимание следует уделять новым неметаллическим коррозионностойким материалам (полимерным, силикатным, эмалевым и др.).

Вопросы для самопроверки

1. Каков механизм катодной и протекторной защиты?
2. В каких коррозионных средах применяются катодная и протекторная защита?
3. Какие металлы используются в качестве протекторной и почему?
4. Каков механизм анодной защиты?
5. В каких средах и для каких металлов и сплавов применяется анодная защита?
6. Что такое радиус действия протектора и от каких факторов зависит эта величина?
7. Какие металлические покрытия используются для защиты от атмосферной коррозии?
8. Каков механизм защиты от коррозии анодными металлическими покрытиями?
9. Каков механизм защиты от коррозии катодными металлическими покрытиями?
10. Дайте сравнительную характеристику хемостойкости лакокрасочным покрытиям.
11. Сравнительная оценка коррозионной стойкости эмалевых покрытий.

2.4. Методы воздействия на корродирующий металл

Коррозионное покрытие железа и железоуглеродистых сплавов. Влияние состава железо-углеродистых сплавов на их коррозионную стойкость. Влияние состава коррозионной среды на коррозионную стойкость железо-углеродистых сплавов.

Низколегированные сплавы, их коррозионная стойкость. Нержавеющие хромистые и хромоникелевые стали. Влияние содержания хрома и никеля на коррозионную стойкость нержавеющей сталей. Маркировка нержавеющей сталей. Ферриты и суперферриты.

Медь и ее сплавы, их коррозионная стойкость. Никель, его сплавы, их коррозионная стойкость. Алюминий, его сплавы, их коррозионная стойкость. Сплавы титана, их коррозионная стойкость. Сложнолегированные сплавы, их коррозионная стойкость.

Методические указания

При изучении методов защиты от коррозии, связанных с воздействием на корродирующий металл, следует четко отметить, что основные конструкционные металлы (чугун и сталь) являются коррозионностойкими только лишь благодаря легирующим элементам – хрому, никелю, алюминию, кремнию, титану и др. Наиболее коррозионностойкими являются нержавеющие стали: хромистые и хромоникелевые, а также с добавками других легирующих элементов. Причем, для повышения коррозионной стойкости легированная сталь должна

иметь минимальное содержание углерода. Наряду с традиционными конструкционными материалами широко используются новые металлы и сплавы.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите характеристики коррозионной стойкости хромистых, никелевых и кремнистых чугунов.
2. Какие примеси в составе железоуглеродистых сплавов и каким образом влияют на коррозионную стойкость?
3. Как влияют кислоты-окислители и кислоты-неокислители на коррозионную стойкость железоуглеродистых сплавов?
4. Что собой представляют нержавеющие стали?
5. Как влияют содержание хрома на жаростойкость сталей?
6. Что собой представляет латуни и бронзы?
7. Дайте характеристику коррозионной стойкости титана и его сплавов.

3. Экологические проблемы коррозии и защиты металлов

Общность коррозионных и экологических проблем. Экологические последствия, вызванные коррозией и применением современных методов защиты.

Контрольные задания

По курсу «Коррозия и защита металлов» студент выполняет 1 контрольное задание, в которое входят следующие вопросы:

- теоретические основы химической и электрохимической коррозии металлов;
- методы защиты от коррозии;
- методы исследования коррозионных процессов;
- задачи.

При выполнении теоретической части контрольной работы необходимо ознакомиться с литературой по данному вопросу, а затем кратко и четко изложить материал. Совершенно недопустимо составление ответов переписыванием из книги готовых разделов! Ответы на все задания, по возможности, сопровождать графическими материалами, выписками из справочников, таблиц и т.д. К задачам необходимо дать полный ход решения с промежуточными числовыми расчетами.

Контрольная работа должна быть выполнена с оставлением полей для замечаний преподавателя.

В конце работы следует список литературы, указать дату выполнения работы и расписаться. На титульном листе указываются: дисциплина, по которой выполняется контрольная работа, ее номер, фамилия и инициалы студента, его личный номер, номер специальности, домашний адрес.

Контрольная работа выполняется по вариантам, соответствующим последней цифре шифра студента.

Контрольные работы

Вариант 1

1. Экономический и экологический аспекты коррозии и защиты металлов
2. Механизм электрохимической коррозии. Отличие химической и электрохимической коррозии.
3. Жаростойкое легирование как метод защиты металлов от газовой коррозии. Принципы жаростойкого легирования.
4. Объемный метод исследования коррозии. Расчет объемного показателя коррозии.
5. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 40 г/м^2 , питтинговый фактор – 1. Плотность материала – 2700 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годичных испытаний.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки карбидов на железе и хrome (Fe_3C , Cr_3C_2). Плотность хрома $d_{\text{Cr}} = 7,16 \text{ г/см}^3$; плотность карбида хрома $d(\text{Cr}_3\text{C}_2) = 6,68 \text{ г/см}^3$; плотность железа $d_{\text{Fe}} = 7,86 \text{ г/см}^3$; плотность карбида железа $d(\text{Fe}_3\text{C}) = 8,4 \text{ г/см}^3$.

Вариант 2

1. Влияние структуры сплава на характер коррозионных разрушений.
2. Удовлетворяют ли хром, медь, бериллий, алюминий, цинк требованиям, предъявляемым к легирующим компонентам для получения жаростойкой стали?
3. Работа коррозионного микроэлемента.
4. Хемостойкие лакокрасочные покрытия и области применения.
5. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 62 г/м^2 , питтинговый фактор – 2. Плотность материала – 9000 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годичных испытаний.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на ниобии (NbO , Nb_2O_5). Плотность ниобия $d_{\text{Nb}} = 8,56 \text{ г/см}^3$; плотность $d(\text{NbO}) = 7,26 \text{ г/см}^3$; плотность $d(\text{Nb}_2\text{O}_5) = 4,5 \text{ г/см}^3$.

Вариант 3

1. Теория электрохимической коррозии металлов.
2. Кинетика роста оксидных пленок при газовой коррозии.
3. Термодиффузионные покрытия как метод защиты металлов от газовой коррозии.
4. Весовой метод исследования коррозии металлов. Расчет массового показателя коррозии.
5. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 56 г/м^2 , питтинговый фактор – 9,2. Плотность материала – 7800 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годичных испытаний.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на алюминии. Плотность алюминия составляет $8,56 \text{ г/см}^3$; плотность оксида алюминия – $3,96 \text{ г/см}^3$.

Вариант 4

1. Причины коррозии металлов и сплавов.
2. Механизм химической коррозии металлов.
3. Коррозия с водородной деполяризацией. Методы защиты.
4. Изолирующие покрытия, их применение для защиты от подземной коррозии.
5. Задача. Вывести соотношение между глубинным показателем скорости коррозии (мм/год) и массовым показателем ($\text{г/м}^2 \cdot \text{сутки}$).
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида меди. Плотность меди составляет $3,93 \text{ г/см}^3$; плотность оксида меди – $6,4 \text{ г/см}^3$.

Вариант 5

1. Классификация коррозионных процессов.
2. Факторы, влияющие на скорость газовой коррозии.
3. Способы нанесения защитных покрытий из резины, каучука и эбонита.
4. Коррозионные диаграммы. Определение коррозионного тока, потенциала, сопротивления по коррозионным диаграммам.
5. Задача. Определить, какой анодной плотности тока соответствует массовый показатель коррозии цинка в серной кислоте, равный $0,123 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида на цинке. Плотность цинка составляет $7,14 \text{ г/см}^3$; плотность оксида цинка – $5,6 \text{ г/см}^3$.

Вариант 6

1. Влияние температуры на скорость атмосферной и подземной коррозии.
2. Классификация коррозионных процессов по характеру разрушений.
3. Пассивное состояние металлов. Анодная поляризационная кривая для пассивирующегося металла.
4. Стойкость алюминия и его сплавов в щавелевой и муравьиной кислотах.
5. Задача. Рассчитать равновесный потенциал цинка в растворах ZnSO_4 с концентрацией 1; 0,5 моль/л.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида на никеле. Плотность никеля составляет 8,9 г/см³; плотность оксида никеля – 7,45 г/см³.

Вариант 7

1. Причины атмосферной коррозии металлов.
2. Условие сплошности оксидных пленок при газовой коррозии металлов.
3. Синтетические смолы и их применение для защиты от коррозии.
4. Глубинный показатель коррозии. Способы определения и расчета.
5. Задача. Рассчитать равновесный потенциал цинка в растворах ZnSO_4 с концентрацией 0,25; 0,1 моль/л.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на меди (Cu_2O , CuO). Плотность меди 8,95 г/см³; плотность CuO = 6,4 г/см³; плотность Cu_2O = 6,0 г/см³.

Вариант 8

1. Типы кристаллических решеток металлов.
2. Устойчивость хромистых сталей в азотной и соляной кислотах.
3. Катодные и анодные ингибиторы коррозии. Принципы их применения.
4. Способы нанесения защитных металлических покрытий.
5. Задача. Определить токовый показатель коррозии алюминия в азотной кислоте, если потери массы образца с площадью 1 см² составили 0,006 г за 30 минут испытаний.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида на марганце (Mn_3O_4). Плотность Mn_3O_4 составляет 4,86 г/см³; плотность марганца – 7,33 г/см³.

Вариант 9

1. Механизмы анодной реакции при электрохимической коррозии. Участие анионов в анодной реакции.
2. Органические ингибиторы коррозии. Механизм защитного действия органического ингибитора.
3. Подземная коррозия. Катодная и протекторная защита при подземной коррозии трубопроводов.
4. Методы исследования коррозионной стойкости металлов.
5. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 35 г/м^2 , питтинговый фактор – 1. Плотность материала – 1800 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годовых испытаний.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленка оксида на марганце (MnO). Плотность MnO составляет $5,45 \text{ г/см}^3$; плотность марганца – $7,33 \text{ г/см}^3$.

Вариант 10

1. Нержавеющие стали, их коррозионная стойкость. Маркировка нержавеющих сталей.
2. Коррозия под действием блуждающих токов, методы защиты.
3. Полимерные и металл-полимерные защитные покрытия.
4. Принцип действия ингибиторов коррозии.
5. Задача. Лабораторные коррозионные испытания сплава в промышленной атмосфере дали следующие результаты: потеря массы за сутки испытаний составила 58 г/м^2 , питтинговый фактор – 1. Плотность материала – 9000 кг/м^3 . Рассчитать максимальное утоньшение в мм после годовых испытаний.
6. Задача. Определить, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на магнии и на железе. Плотность магния $1,74 \text{ г/см}^3$; плотность оксида магния $3,3 \text{ г/см}^3$; плотность железа $7,86 \text{ г/см}^3$, плотность оксида железа Fe_2O_3 $5,2 \text{ г/см}^3$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии: учебник / И.В. Семенова, А.Н. Хорошилов, Г.М. Флорианович. - М.: Физматлит, 2006. - 376 с.
2. Теория коррозии и защиты металлов: учеб. пособие. / В.В. Экилик. - Ростов н/Д: РТУ, 2005. - 176 с.
3. Коррозия и защита металлов: учеб.-метод. пособие / И.Б. Мурашова, Т.Н. Останина, В.Ф. Лазарев, А.П. Храмов. - Екатеринбург.: УПИ, 2007. - 80 с.
4. Электрохимическая коррозия и защита металлов: учеб. пособие. / В.И. Варыпаев, И.А. Зайцева – Л.: ЛТИ, 1989. - 100 с.
5. Улиг Г.Г. Коррозия и борьба с ней: учебник / Г.Г. Улиг, Р.У. Рев. - Л.: Химия, 1989. - 455 с.
6. Савельева Е.А., Рябова О.В.: метод. пособие / Е.А. Савельева, О.В. Рябова. – Энгельс: ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2016. – 38 с.

Елена Анатольевна Савельева

Ольга Викторовна Рябова

Татьяна Юрьевна Ялымова

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Методические указания

Ответственный за выпуск Ялымова Т.Ю.

Оригинал-макет Рябова О.В.

Подписано в печать _____

Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать RISO.

Объем 1,5 усл.печ.л. Тираж _____ экз. Заказ № _____

413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы, 17
ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.