

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Тихоокеанский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ С.В. Шалобанов

«_____» _____ 200_г

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

По кафедре « Химия »

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Утверждена научно – методическим советом университета для направлений

подготовки (специальностей) в области специальных разделов химии

150104. 65 «Литейное производство черных и цветных металлов»

Хабаровск 2007 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, предъявляемыми к минимуму содержания дисциплины и условий организаций учебного процесса Тихоокеанского государственного университета

Программу составила Незаментимова Л. Е., старший преподаватель кафедры химии.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры химии

Протокол № _____ от « _____ » _____ 200_г.

Завкафедрой _____ « _____ » _____ 200_г. Панасюк Т.Б.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании УМК и рекомендована к изданию протокол № _____ от « _____ » _____ 200_г.

Председатель УМК _____ 200_г _____
Подпись Дата Ф.И.О.

Директор института _____ 200_г _____
(декан факультета) Подпись Дата Ф.И.О.

Цели и задачи дисциплины

Изучение дисциплины «Коррозия и защита металлов» направлено на реализацию требований к уровню подготовки специалистов в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования.

Конкретно – практическая цель преподавания заключается в приобретении студентами знаний, необходимых для работы по специальности. Понимание причин и движущих сил физико – химических процессов, протекающих в природе и в производственных условиях поможет специалисту более эффективно решать задачи, связанные с получением и эксплуатацией технических систем, а также с вопросами, связанными с проблемами экологии.

Задачи преподавания дисциплины «Коррозия и защита металлов» состоят в формировании современных научных представлений о физико – химическом механизме коррозионных процессов; освоении основных принципов агрессивного воздействия различных сред на металлы и металлические конструкции; практическом ознакомлении с видами количественной оценки скорости коррозии и способами защиты металлов; развитии навыков работы с учебной и справочной литературой для обобщения и объяснения экспериментальных результатов.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Наименование	По учебным планам основной траектории обучения
	С максимальной трудоемкостью
Общая трудоемкость дисциплины	
По ГОС	
По УП	
Изучается в семестрах	8
Виды итогового контроля по семестрам	
Зачет	8
Экзамен	
Курсовой проект (КП)	
Курсовая работа (КР)	
Виды итогового контроля самостоятельной работы без отчетностей	
Расчетно-графические работы (РГР)	
Реферат (РФ)	
Домашние задания (ДЗ)	
Аудиторные занятия:	
Всего	34
В том числе: лекции (Л)	17
Лабораторные работы (ЛР)	17
Практические занятия (ПЗ)	
Самостоятельная работа	
Общий объем часов (С2)	17
В том числе: на подготовку к лекциям	
на подготовку к ЛР	17
на подготовку к ПЗ	
на выполнение КП	
на выполнение КР	
на выполнение РГР	
на написание РФ	
на выполнение ДЗ	
на экзаменационную сессию	

Содержание дисциплины

Общие понятия о коррозии. Принятые классификации коррозионных процессов. Методы исследования коррозии. Показатели коррозии.

Теория газовой коррозии. Химический механизм окисления металлов. Оксидные пленки на металлах и их защитные свойства. Внутренние и внешние факторы газовой коррозии.

Электрохимическая коррозия. Коррозионный гальванический элемент и условия его возникновения. Водородная и кислородная деполяризация. Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии. Пассивное состояние металлов.

Методы защиты металлов от коррозии. Воздействие на металл: легирование, термообработка, применение покрытий и смазок, электрохимическая защита. Изменение свойств коррозионной среды: обескислороживание, применение ингибиторов, использование защитных атмосфер. Воздействие на защищаемую металлоконструкцию: протекторная и катодная защита, рациональность конструирования.

Разделы дисциплины и виды занятий и работ для специальности ЛП

№	Раздел дисциплины	Л	ЛР	С ₂
1	Общие понятия о коррозии	*		*
2	Теория газовой коррозии	*		*
3	Электрохимическая коррозия	*	*	*
4	Методы защиты металлов от коррозии	*	*	*

Лабораторные работы

Сравнение скоростей процессов химической и электрохимической коррозии.

Изучение коррозии металлов в заданных средах в условиях разрушения индивидуального металла и в условиях его контакта с металлом меньшей активности. Определение скорости коррозии по результатам изменения скорости выделения водорода с использованием газометрического метода. Время выполнения работы – 2 часа.

Индикаторный метод изучения электрохимической коррозии в нейтральных средах.

Определение времени появления продуктов кислородной деполяризации по появлению окраски фенолфталеина в катодном пространстве. Сравнение времени появления окраски фенолфталеина в зависимости от глубины погружения в электролит в анода и катода. Установления реакции, лимитирующей скорость электрохимической коррозии для заданной коррозионной пары.

Время выполнения работы – 2 часа.

Влияние температуры на скорость коррозии.

Изучение влияния температуры электролита на скорость коррозии по результатам определения времени появления окраски фенолфталеина в катодном пространстве.

Время выполнения работы – 1 час.

Коррозия железа в контакте с углеродом.

Изучение условий возникновения коррозионных микроэлементов, их моделей, условий протекания коррозии с поглощением кислорода и с выделением водорода.

Время выполнения работы – 2 часа.

Влияние природы контактирующих металлов на скорость коррозии железа.

Изучение коррозии образца стали в паре с различными металлами.

Определение напряжения в составленных гальванических парах с помощью милливольтметра.

Время выполнения работы – 2 часа.

Изучение коррозии металлов визуальными методами.

Изучение электрохимической неоднородности поверхности стали; явления пассивации металлов; активирующего действия ионов хлора.

Время выполнения работы – 2 часа.

Химическое никелирование металлов.

Изучение химического восстановления ионов никеля гипофосфитом натрия на поверхности стального образца.

Время выполнения – 2 часа.

Электрохимическое оксидирование (анодирование) алюминия.

Изучение метода анодной обработки алюминия в электролизере. Получение оксидных пленок с различными защитными свойствами в зависимости от параметров процесса оксидирования.

Электрохимические методы защиты металлов от коррозии.

Изучение метода катодной защиты на примере стали. Изучение метода протекторной защиты металлов на примере стали и свинца.

Время выполнения работы – 2 часа.

Лабораторный практикум и его взаимосвязь с содержанием лекционного курса

№ п/п	№ раздела по варианту содержания	Наименование лабораторной работы
1.	1,2,3	Сравнение скоростей процессов химической и электрохимической коррозии
2.	1,3	Индикаторный метод изучения электрохимической коррозии в нейтральных средах
3.	1,3	Влияние температуры на скорость коррозии
4.	3	Коррозия железа в контакте с углеродом
5.	3	Влияние природы контактирующих металлов на скорость коррозии железа
6.	3	Изучение коррозии металлов визуальными методами
7.	4	Химическое никелирование металлов
8.	4	Электрохимическое окисление (анодирование) алюминия
9.	4	Электрохимические методы защиты металлов от коррозии

Контроль знаний студентов

Входной контроль знаний студентов проводится по тестовым заданиям контроля остаточных знаний кафедры химии и имеет задачу выявления уровня и качества знаний по разделам общей химии, служащим базой в изучении дисциплины «Коррозия и защита металлов».

Образец тестовых заданий входного контроля

- Химическое взаимодействие возможно между веществами
 - 1) H_2O и SiO_2 ;
 - 2) Al_2O_3 и NaOH ;
 - 3) NaOH и CaO ;
 - 4) H_2SO_4 и SO_2 ;
 - 5) CuSO_4 ;
- Электронная конфигурация атома неметалла
 - 1) $2s^2$;
 - 2) $3s^2 3p^1$;
 - 3) $5s^2 5p^2$;
 - 4) $6s^1$;
 - 5) $4s^2 4p^5$;
- Основаниями являются гидроксиды ряда элементов
 - 1) C, Si, Se;
 - 2) Mo, Te, Bi;
 - 3) V, Zr, Ni;
 - 4) Cr, Zn, As;
 - 5) Na, Ca, Mg;
- Объем кислорода, необходимый для сжигания 10 л сероводорода по реакции $2\text{H}_2\text{S}(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{SO}_2(\text{г})$, равен
 - 1) 5 л;
 - 2) 10 л;
 - 3) 15 л;
 - 4) 20 л;
 - 5) 25 л;

5. Эндотермическим является фазовый переход
- 1) $\text{NaCl(ж)} \rightarrow \text{NaCl(т)}$;
 - 2) $\text{NH}_4\text{Cl(т)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl(г)}$;
 - 3) $\text{Hg(ж)} \rightarrow \text{Hg(т)}$;
 - 4) $\text{Sn(т)} \rightarrow \text{Sn(ж)}$;
 - 5) $\text{H}_2\text{O(г)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(ж)}$
6. Скорость реакции $2\text{NO(г)} + \text{O}_2\text{(г)} = 2\text{NO}_2\text{(г)}$ при повышении концентрации кислорода в 2 раза увеличится в
- 1) 2 раза;
 - 2) 4 раза;
 - 3) 8 раз;
 - 4) 3 раза;
 - 5) 6 раз;
7. Сдвиг равновесия в сторону прямой реакции происходит при повышении давления в системе
- 1) $\text{CH}_4\text{(г)} + \text{CO}_2\text{(г)} = 2\text{H}_2\text{(г)} + 2\text{CO(г)}$;
 - 2) $4\text{HCl(г)} + \text{O}_2\text{(г)} = 2\text{H}_2\text{O(г)} + 2\text{Cl}_2\text{(г)}$;
 - 3) $\text{PCl}_5\text{(г)} = \text{PCl}_3\text{(г)} + \text{Cl}_2\text{(г)}$;
 - 4) $2\text{NO}_2\text{(г)} = 2\text{NO(г)} + \text{O}_2\text{(г)}$;
 - 5) $\text{H}_2\text{(г)} + \text{Cl}_2\text{(г)} = 2\text{HCl(г)}$
8. pH 0,001 н раствора серной кислоты равен
- 1) $\ln 10^{-3}$;
 - 2) $-\ln 10^{-3}$;
 - 3) $\lg 10^{-3}$;
 - 4) $-\lg 10^{-3}$;
 - 5) $14 + \lg 10^{-3}$
9. Реакцию среды $\text{pH} < 7$ имеет раствор соли
- 1) K_3PO_4 ;
 - 2) Na_2SO_4 ;
 - 3) MgSO_4 ;
 - 4) K_2SO_4 ;
 - 5) NaCl
10. Малорастворимый гидроксид образуется при взаимодействии с водой
- 1) Li;
 - 2) K;
 - 3) Ca;
 - 4) Ba;
 - 5) Na
11. Схема, выражающая взаимодействие железа с разбавленной H_2SO_4
- 1) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$;
 - 2) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 - 3) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$;
 - 4) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - 5) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
12. Только окислителями могут быть оба вещества
- 1) NaSO_3 , KJ;
 - 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2O ;
 - 3) NaCl , K_2SO_4 ;
 - 4) H_2SO_4 , HNO_3 ;
 - 5) NaNO_2 , SnCl_2
13. Уравнение для расчета электродного потенциала меди в растворе CuSO_4 имеет вид
- 1) $E = E^0 + \frac{0,059}{1} \lg [\text{Cu}^{2+}]$;
 - 2) $E = E^0 + \frac{0,059}{2} \lg [\text{Cu}^+]$;
 - 3) $E = E^0 + \frac{0,059}{2} \lg [\text{Cu}^{2+}]$;
 - 4) $E = E^0 + \frac{0,590}{2} \lg [\text{Cu}^+]$;
 - 5) $E = E^0 + \frac{0,590}{2} \ln [\text{Cu}^{2+}]$

14. Электрохимическая коррозия протекает при контакте фаз
- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1) железо – сухой воздух; | 4) натрий – сухой воздух; |
| 2) золото – пары иода; | 5) бронза – влажный воздух; |
| 3) цинк – расплав серы; | |

Текущий контроль знаний проводится во время лабораторных занятий в форме устного опроса студентов в ходе сдачи или отчетов по лабораторным работам. Вопросы текущего контроля соответствуют содержанию лабораторного практикума.

Выходной контроль – зачет.

Основанием для получения зачета является выполнение лабораторных работ, сдача отчетов по лабораторным работам и выполнение зачетной контрольной работы. Наименование вопросов контрольной работы и их количество подбирается в виде индивидуальных заданий на основе задания зачетной контрольной работы «Коррозия металлов и защита от коррозии».

Задания зачетной контрольной работы по дисциплине «Коррозия и защита металлов»

1. Общая характеристика сплава и его компонентов

- 1.1. Приведите компонентный состав заданного сплава.
- 1.2. Укажите отличительные свойства и назначение (область применения) сплава.
- 1.3. Охарактеризуйте физические свойства (форма существования в обычных условиях, тип кристаллической решетки, цвет, плотность, температура плавления, электрическое сопротивление, электропроводность) металлов, входящих в сплав.

2. Химическая коррозия металлов

- 2.1. Оцените термодинамическую возможность химической коррозии основного компонента сплава в среде O_2 ; Cl_2 ; CO_2 ; $H_2O(g)$; HCl при стандартных условиях.
- 2.2. Определите расчетом, при какой минимальной температуре начнется газовая коррозия основного компонента сплава, если парциальное давление кислорода считать обычным атмосферным (~ 20 кПа).
- 2.3. Рассчитайте сплошность оксидных пленок компонентов сплава и оцените их защитные свойства.

3. Химическая коррозия металлов

- 3.1. Приведите значения стандартных электродных потенциалов компонентов сплава. Оцените их склонность к окислению и способность к пассивации на основании значений $E_{Me^{n+}/Me}^0$ и положения металлов в периодической системе элементов.

- 3.2. Приведите схему строения двойного электрического слоя, образующегося при погружении основного компонента сплава в водную среду.
- 3.3. Рассчитайте потенциал электрода, изготовленного из металла – основного компонента сплава, погруженного в раствор собственной соли с активностью катионов 0,0001; 0,001; 0,01; 0,1 моль/л. Постройте график зависимости потенциала электрода от отрицательного десятичного логарифма активности катионов металла. Сделайте вывод о характере установленной зависимости потенциала электрода от отрицательного десятичного логарифма активности катионов металла. Сделайте вывод о характере установленной зависимости между активностью катионов металла и потенциалом электрода.
- 3.4. Напишите уравнения электродных процессов при электрохимической коррозии сплава с водородной деполяризацией катодных участков.
- 3.4.1. Обоснуйте, в какой среде (при каких значениях pH) коррозия будет протекать более интенсивно.
- 3.4.2. Укажите, какие факторы влияют на протекание реакции водородной деполяризации. (Обсудите влияние природы металла, перемешивания электролита, температуры).
- 3.5. Напишите уравнения электродных процессов при электрохимической коррозии сплава с кислородной деполяризацией катодных участков.
- 3.5.1. Обоснуйте, при каких значениях pH коррозия будет протекать более интенсивно.
- 3.5.2. Обсудите влияние перемешивания электролита и температуры на катодный процесс.
- 3.6. Оцените влияние состава и концентрации коррозионной среды на процесс коррозии сплава. Укажите возможные ионы – ингибиторы и ионы – активаторы коррозии.

4. Защита металлов от коррозии

- 4.1. Предложите реальные методы защиты от электрохимической коррозии детали конструкции, изготовленной из заданного сплава.
- 4.2. Предложите два металла, способных выполнять роль анодных и два металла – катодных покрытий по отношению к основному компоненту сплава.
- 4.3. Рассчитайте время, необходимое для получения никелевого покрытия на металлической пластине размерами 5x2x1x см, если применить ток силой 5 А. Средняя толщина покрытия 160 мк, а ожидаемый выход по току 60 %.
- 4.4. Перечислите меры защиты заданного сплава от газовой коррозии.

УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: Физматлит, 2002.
2. Коровин Н.В. Общая химия. Учебник для технических направлений и спец. вызов. – М.: Высшая школа, 1998.
3. Коровин Н.В., Мингулина Э.М., Рыжова Н.Г. Лабораторные работы по химии. Учебное пособие для студентов энергет. специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1998.
4. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий справочник. – СПб: Химия, 1994.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование процессов коррозии металлов: Методические указания к учебно – исследовательской работе для студентов механических специальностей дневной формы обучения / Сост. Л.И. Чекмарева. Хабаровск, ХПИ, 1992.
2. Шлугер М.А., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Курс коррозии и защиты металлов: Учеб. пособие. – М.: Металлургия, 1981.
3. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: Учебное пособие. – М.: Металлургия, 1976.
4. Равдель А.А. , Пономарева А.М. Краткий справочник физико – химических величин. – Л.: Химия, 1983.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Коррозия металлов – самопроизвольное разрушение металлов и сплавов вследствие их взаимодействия с окружающей средой.

Коррозионная стойкость – способность металлов сопротивляться воздействию среды.

Продукты коррозии – химические соединения, образующиеся в результате взаимодействия металла с окружающей средой.

Внутренние факторы коррозии – факторы, характеризующие влияние на вид и скорость коррозии природы металла.

Внешние факторы коррозии – факторы, характеризующие влияние на вид и скорость коррозии состава коррозионной среды и условий протекания процесса.

Противокоррозионная защита – процессы или средства, применяемые для уменьшения или прекращения коррозии металла.

Химическая коррозия – процесс взаимодействия металла с коррозионной средой, при котором окисление металла и восстановление окислительного компонента среды протекают одновременно в одном акте.

Электрохимическая коррозия – процесс взаимодействия металла с окружающей средой, при котором ионизация атомов металла и восстановление окислительного компонента среды протекают не в одном акте и их скорости зависят от электродного потенциала.

Сплошная коррозия – охватывает всю поверхность металла.

Местная коррозия – охватывает отдельные участки поверхности металла.

Показатель коррозии – количественная характеристика скорости коррозии, определяемая по изменению какого либо показателя процесса во времени.

Газовая коррозия – коррозионный процесс, протекающий при контакте металлов с газами в отсутствии электропроводящих растворов.

Поляризация – явление изменения потенциала электрода, находящегося под током.

Поляризационная кривая – графическая зависимость плотности тока от потенциала электрода.

Коррозия с водородной деполяризацией – коррозия металлов, при которой катодная реакция осуществляется с выделением водорода.

Коррозия с кислородной деполяризацией – коррозия металлов, при которой катодная реакция осуществляется с участием растворенного в электролите кислорода.

Пассивность – состояние высокой коррозионной стойкости металлов и сплавов, находящихся в агрессивной среде, в определенной области потенциалов.

Электрохимическая защита – способ противокоррозионной защиты металлических материалов, основанные на снижении скорости их коррозии путем смещения потенциала до значений, соответствующих крайне низким скоростям растворения.

Ингибиторы коррозии – химические соединения, которые, присутствуя в коррозионной системе в достаточной концентрации, уменьшают скорость коррозии без значительного изменения концентрации любого коррозионного реагента.