

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'E.I. Prakhin'.

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ
ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИДКОСТНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО
ЛЕГИРОВАНИЯ**

Уровень высшего образования: Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки: 22.06.01 Технологии материалов
Направленность (профиль): Материаловедение (машиностроение)
Форма обучения: очная
Нормативный срок обучения: 4 года
Составитель: д.т.н., профессор Е.И.Пряхин

Санкт-Петербург

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Изучение данной дисциплины предполагает закрепление аспирантами углубленных профессиональных знаний о поверхностном легировании

Цель - дать аспиранту знания по теоретическим физико-химическим основам формирования диффузионных металлических покрытий из среды легкоплавких металлических растворов; разработка материалов с заданными механическими и физическими характеристиками.

Основные задачи - усвоение основных теоретических основ жидкостного поверхностного легирования из среды легкоплавких металлов.

№ п/п	Темы практических задач	Количество задач
1.	Диффузионная металлизация сталей из легкоплавких металлических расплавов. Основы технологии и режимы. Состав и строение слоев.	18
2.	Методы исследования дефектов покрытий	3

РАЗДЕЛ 1

Диффузионная металлизация сталей из легкоплавких металлических расплавов. Основы технологии и режимы. Состав и строение слоев.

Задача №1. Масса стального образца размерами 20 × 20 × 50 мм, подвергающегося испытанию на жаростойкость путем нагрева в воздушной среде при температуре 600 °С в течение 200 часов, изменилась на 0,0448 г. Определить расчетным путем группу

стойкости (ГОСТ 9.908-85) этой стали. Указать, какая испытывалась сталь - углеродистая или высоколегированная.

Задача №2. Железо окисляется на воздухе при температурах 900...1100 °С. Описать сущность закона роста оксидной пленки в этих условиях и привести зависимость скорости роста оксидной пленки от времени.

Задача №3. Указать, какие из перечисленных металлов (вольфрам, железо, алюминий, медь, олово, молибден, никель) и почему следует рекомендовать для эксплуатации в щелочных, а какие - в кислых средах. Привести для этих металлов зависимости скорости коррозии от активности агрессивной среды.

Задача №4. Привести зависимость скорости коррозии при комнатной температуре от концентрации азотной кислоты. Объяснить особенности коррозии железа при концентрации азотной кислоты более 45 %. Описать сущность теорий, объясняющих эти особенности.

Задача №5. Привести и охарактеризовать диаграмму фазового равновесия железокислород. Описать процесс формирования окалина при нагреве железа от комнатной температуры до 1600 °С. Указать, как и почему изменяется состав окалина при введении в сталь легирующих элементов.

Задача №6. Три одинаковые детали из стали 50 после закалки подверглись отпуску при температурах: первая - 200 °С, вторая - 400 °С, третья - 600 °С. Указать, какая из этих трех деталей и почему будет обладать большей стойкостью к коррозии в кислых растворах при комнатной температуре. Описать зависимость скорости коррозии от температуры отпуска закаленной стали.

Задача №7. После длительного нагрева отожженной стали У8 при температуре 950 °С в водороде резко снизилась твердость поверхностных слоев. Указать причину этого явления. Описать его сущность и изобразить микроструктуру основных зон (включая исходную микроструктуру).

Задача №8. Указать, какие из перечисленных металлов (бериллий, тантал, хром, кобальт, цинк, магний, железо) и почему следует рекомендовать для эксплуатации в щелочных, а какие - в кислых средах. Привести для этих металлов зависимости скорости коррозии от активности агрессивной среды.

Задача №9. В соответствии с правилом Пиллинга и Бедвордса определить расчетным путем, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на алюминии и на титане

Задача №10. В соответствии с правилом Пиллинга и Бедвордса определить расчетным путем, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на вольфраме и на железе.

Задача №11. Определить расчетным путем, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на магнии и на железе. Плотность магния составляет 1,74 г/см³, плотность MgO - 3,65 г/см³, плотность железа - 7,86 г/см³ и плотность FeO - 5,7 г/см³

Задача №12. Описать условия, при которых образуется оксидная пленка с высокими защитными свойствами. Привести схему процесса образования такой пленки. Указать, какие из перечисленных металлов (железо, вольфрам, хром, цинк, алюминий, калий) образуют и какие не образуют оксидную пленку с высокими защитными свойствами и почему.

Задача №13. В соответствии с правилом Пиллинга и Бедвордса определить расчетным путем, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на молибдене и на железе.

Задача №14. В соответствии с правилом Пиллинга и Бедвордса определить расчетным путем, удовлетворяют ли условию сплошности пленки оксидов на ниобии и на хrome.

Задача №15. При электрохимической коррозии стационарный потенциал металла близок к своему равновесному значению. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм характер коррозии металла при указанных условиях.

Задача №16. В процессе электрохимической коррозии равновесный потенциал металла равен минус 0,440 В, а равновесный потенциал окислителя равен минус 0,186 В. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм возможность или невозможность процесса коррозии при указанных значениях потенциалов.

Задача №17. В процессе электрохимической коррозии стационарный потенциал металла близок к равновесному потенциалу окислителя. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм характер коррозии металла в указанных условиях.

Задача №18. В процессе электрохимической коррозии равновесный потенциал металла равен минус 0,732 В, а равновесный

потенциал окислителя равен минус 0,924 В. Объяснить с помощью коррозионных диаграмм возможность или невозможность процесса коррозии при указанных значениях потенциалов.

РАЗДЕЛ 2

Методы исследования дефектов покрытий.

Современный подход к созданию структурно совершенных функциональных покрытий предусматривает исследование причин дефектности пленки в процессе ее формирования, управление процессом роста тонкопленочного покрытия со стабильными функциональными свойствами.

Задача №1. Для установления причин дефектности пленок и получения их с необходимыми параметрами - исследовать структуру пленки в зависимости от технологических параметров процесса формирования.

Задача №2. Установить взаимосвязь параметров технологического процесса и структурой осаждаемой пленки.

Задача №3. Сформировать рекомендации по предупреждению дефектности формируемых упрочняющих пленок для увеличения их эффективности.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Педос, С. И. Теория формирования покрытий. Методы получения покрытий : учебное пособие / С. И. Педос, В. А. Шугаев. — Москва : МИСИС, 2007. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117200>

2. Покрытия и поверхностное модифицирование материалов : учебное пособие / И. В. Блинков, А. О. Волхонский, В. С. Сергеевич [и др.]. — Москва : МИСИС, 2018. — 102 с. — ISBN 978-5-906953-45-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116936>

3. Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия. Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия. Практикум : учебное пособие / И. В. Блинков, А. О. Волхонский, В.

С. Сергевнин [и др.]. — Москва : МИСИС, 2020. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178069>

4. Кирюханцев-Корнеев, Ф. В. Научные и технологические принципы нанесения покрытий методами физического и химического осаждения : методы получения и исследования покрытий : учебное пособие / Ф. В. Кирюханцев-Корнеев. — Москва : МИСИС, 2015. — 56 с. — ISBN 978-5-87623-924-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117137>

5. Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия. Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия. Практикум : учебное пособие / И. В. Блинков, А. О. Волхонский, В. С. Сергевнин [и др.]. — Москва : МИСИС, 2020. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178069>

Разработал:

зав. кафедрой материаловедения и технологии
художественных изделий, д.т.н. профессор
Е.И. Пряхин