

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Энгельсский технологический институт (филиал)

Кафедра «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых и  
пищевых производств»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.2.9 «Электрохимические технологии»

направления подготовки

**18.03.01 "Химическая технология"**

**Профиль 4 - "Технология химических и нефтегазовых производств"**

Формы обучения: очная, заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 6 з.е.

в академических часах: 216 ак.ч.

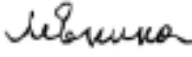
Рабочая программа по дисциплине Б.1.1.39 «Электрохимические технологии» направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Технология химических и нефтегазовых производств» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.03.01 «Химическая технология», утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 №10.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «19» июня 2023 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

**одобрена** на заседании УМКН от «26» июня 2023 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л.//

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины Б.1.2.9 «Электрохимические технологии» является изучение студентами электродных процессов, основ технологий прикладной электрохимии: нанесение гальванических покрытий; производство и эксплуатация химических источников тока (ХИТ).

Задачи изучения дисциплины являются:

- Изучение теоретических основ целевых и побочных электродных процессов, применяемых в электрохимических технологиях.
- Освоение взаимосвязей между технологическими параметрами ведения процесса и качеством получаемого продукта, а также эксплуатационными характеристиками и производительностью оборудования электрохимических технологий.
- Получение знаний об основах электрохимического формирования покрытий, получение соединений и металлов, производства и эксплуатации ХИТ.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Электрохимические технологии» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

ОПК-5 - Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать результаты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование компетенции (результат освоения)   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)  | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)   |
|---|--|--|
| <p>ОПК-5 - Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать результаты</p> | <p>ИД-2<sub>ОПК-5</sub> Способен осуществлять экспериментальные исследования, испытания по изучению взаимосвязи между технологическими параметрами ведения процесса и качеством получаемого продукта, интерпретировать получаемые данные, а также проводить анализ эксплуатационных характеристик и производительности оборудования с учетом требований техники безопасности</p> | <p><b>знать:</b> научные основы выбора компонентного состава электролитов, условий электролиза и их влияния на качество электрохимических покрытий; основные технические характеристики и условия эксплуатации электролизеров; токообразующие реакции основных электрохимических систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p><b>уметь:</b> анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов; использовать методы анализа качества продукции, проводить исследования и анализировать их результаты с целью выбора оптимальных технологических условий проведения процесса.</p> <p><b>владеть:</b> теоретическими основами технологического процесса, методами проведения исследований и испытаний качества продукции электрохимической технологии, основных характеристик химических источников тока. определения эффективности процесса..</p> |

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы очная форма обучения

| Вид учебной деятельности   | акад. часов |              |         |
|--|-------------|--------------|---------|
|  | Всего       | по семестрам |         |
|  |             | 6 сем.       | 7 сем.  |
| 1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:                       | 96          | 48           | 48      |
| • занятия лекционного типа,  | 32          | 16           | 16      |
| • занятия семинарского типа:   |             |              |         |
| практические занятия   | 32          | 16           | 16      |
| лабораторные занятия   | 32          | 16           | 16      |
| в том числе занятия в форме практической подготовки                    | –           | –            | –       |
| 2. Самостоятельная работа студентов, всего                             | 120         | 60           | 60      |
| – курсовая работа (проект)   | –           | –            | –       |
| 3. Промежуточная аттестация:<br><i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i> |             | зачет        | экзамен |
| Объем дисциплины в зачетных единицах                                   | 6           | 3            | 3       |
| Объем дисциплины в акад. часах   | 216         | 108          | 108     |

#### заочная форма обучения

| Вид учебной деятельности   | Заочная форма обучения (акад. часов) |              |         | Заочная форма обучения по индивидуальным планам в ускоренные сроки (акад. часов) |              |
|--|--------------------------------------|--------------|---------|--|--------------|
|  | Всего                                | по семестрам |         | Всего  | по семестрам |
|  |                                      | 7 сем.       | 8 сем.  |  |              |
| 1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:                       | 28                                   | 12           | 16      | -  | -            |
| • занятия лекционного типа,  | 8                                    | 4            | 6       | -  | -            |
| • занятия семинарского типа:   | -                                    | -            | -       | -  | -            |
| практические занятия   | 10                                   | 4            | 4       | -  | -            |
| лабораторные занятия   | 4                                    | 4            | 6       | -  | -            |
| в том числе занятия в форме практической подготовки                    | –                                    | -            | -       | -  | -            |
| 2. Самостоятельная работа студентов, всего                             | 188                                  | 96           | 92      | -  | -            |
| – курсовая работа (проект)   | -                                    | –            |         | -  | -            |
| – контрольная работа   | +                                    | +            | +       | -  | -            |
| 3. Промежуточная аттестация:<br><i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i> |                                      | зачет        | экзамен | -  | -            |
| Объем дисциплины в зачетных единицах                                   | 6                                    | 3            | 3       | -  | -            |
| Объем дисциплины в акад. часах   | 216                                  | 108          | 108     | -  | -            |

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. История возникновения и развития гальванотехники в России:**

- история гальванотехники в России в XVIII;
- история гальванотехники в России в XIX веке;
- место гальванотехники в современной промышленности.

#### **Тема 2. Основные закономерности электроосаждения металлов:**

- катодные и анодные процессы основные и побочные реакции при электроосаждении металлов. I закон Фарадея. Выход по току, равновесный и бестоковый потенциалы, поляризация, перенапряжение, поляризуемость. Распределение тока и металла по поверхности катода.

#### **Тема 3. Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий:**

- Механические методы подготовки поверхности.

Требования к качеству подготовки поверхности. Методы оценки качества механической подготовки поверхности. Шероховатость поверхностей. Шлифование, полирование и галтование и вибрационная подготовка поверхности металла. Различные виды струйно - абразивных методов обработки поверхности.

- Химические и электрохимические методы подготовки поверхности:

(Химическое обезжиривание в органических растворителях, растворах щелочей, в технических моющих средствах. Электро-химическое обезжиривание. Назначение катодного и анодного обезжиривания, катодные и анодные процессы;

Составы растворов для электрохимического обезжиривания, режимы катодного и анодного обезжиривания.

- Химическое травление – назначение, процессы, протекающие на поверхности деталей при химическом травлении; особенности травления углеродистых коррозионных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов; ингибиторы травления

- Электрохимическое травление - назначение, особенности электрохимического травления на аноде и катоде. Составы растворов и режимы электрохимического травления. Снятие травильного шлама. Специальные способы травления.

- Активация - назначение, составы растворов для активации и режимы процесса.

#### **Тема 4. Технология электрохимического осаждения металлов.**

##### **4.1. Электрохимическое нанесение цинковых и кадмиевых покрытий:**

Физико-химические и физико-механические свойства покрытий. Коррозионная стойкость и защитная способность цинковых и кадмиевых покрытий, области применения. Составы электролитов, применяемых для нанесения цинковых и кадмиевых покрытий, основные компоненты и условия электролиза; основные катодные и анодные реакции при цинковании и кадмировании из различных составов электролитов; Влияние состава

электролита и условий электролиза на свойства покрытий. Особенности протекания анодных процессов в различных электролитах цинкования. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов цинкования и кадмирования.

Наводороживание и водородная хрупкость металла-основы и металла-покрытия в процессе электроосаждения цинковых и кадмиевых покрытий. Способы предотвращения и устранения водородной хрупкости металла-основы и металла-покрытия.

#### 4.2. Электрохимическое никелирование:

Физико-химические и физико-механические свойства покрытий, области применения. Условия электролиза и составы электролитов, применяемых для нанесения никелевых и кобальтовых покрытий. Особенности процесса растворения никелевых анодов. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства покрытий. Сравнительные технологические характеристики различных электролитов никелирования.

#### 4.3. Электрохимическое хромирование:

Физико-химические и физико-механические свойства хромовых покрытий, области применения. Механизм электроосаждения хрома. Электроосаждение хрома из стандартного, саморегулирующегося, фторидного и тетрахроматного электролитов. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства покрытий. Подготовка поверхности различных металлов и сплавов перед нанесением хромовых покрытий. Термическая и механическая обработка деталей до и после нанесения хромовых покрытий. Особенности анодных процессов и применения различных анодных материалов. Причины отсутствия рассеивающей способности электролитов хромирования. Особенности оборудования, применяемого для нанесения хромовых покрытий.

Электроосаждение покрытий из растворов на основе соединений хрома (III). Составы электролитов, условия электролиза и свойства покрытий.

#### 4.4. Электрохимическое оловянирование:

Физико-химические и физико-механические свойства оловянных и свинцовых покрытий. Области применения оловянных покрытий. Составы кислых и щелочных электролитов и условия осаждения оловянных покрытий. Влияние ионов олова различной валентности в электролитах на качество осаждаемых покрытий. Особенности анодных процессов при электроосаждении олова. Сравнительные технологические и экологические характеристики бифтористо-водородных, хлоридных, сульфатных, алкилсульфонатных, щелочных и других электролитов оловянирования.

#### 4.5. Электрохимическое серебрение:

Физико-химические и физико-механические свойства серебряных и золотых покрытий. Области применения серебряных покрытий. Составы электролитов и условия осаждения серебряных покрытий. Особенности нанесения серебряных покрытий на электроотрицательные металлы. Способы подавления контактного восстановления серебра и улучшения сцепления покрытий с металлом-основой. Сравнительные технологические и

экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов серебрения.

**Тема 5.** *Технология электрохимического осаждения сплавов.*

Электролитические покрытия сплавами на основе никеля:

Физико-химические и физико-механические свойства покрытий сплавами на основе никеля: никель-индий, никель-молибден, никель-вольфрам, никель- фосфор и никель-бор. Химический и фазовый составы сплавов. Области применения гальванических покрытий сплавами на основе никеля. Составы электролитов, применяемых для нанесения сплавов на основе никеля, и условия электролиза. Влияние состава электролита и условий электролиза на химический и фазовый составы сплавов и свойства покрытий.

**Тема 6.** *Электроосаждение композиционных электрохимических покрытий*

**Тема 7.** *Нестационарные режимы электролиза. Виды, перспективы применения.*

**Тема 8.** *Основные сведения о ХИТ.* Классификация химических источников тока. Области применения. Электрохимические системы ХИТ. Основные электрические характеристики ХИТ. Эксплуатационные параметры ХИТ. Конструктивные разновидности ХИТ. Конструкции электродов ХИТ. Состав активной массы электрода, назначение компонентов. Сепараторы ХИТ. Электролиты.

**Тема 9.** *Первичные ХИТ. Области применения. Электрохимические системы первичных ХИТ.*

*Вторичные ХИТ – аккумуляторы. общие сведения, электрохимические и физико-химические процессы, характеристики, конструкция и технология, особенности ухода и эксплуатации. Направления совершенствование аккумуляторов.*

**Тема 10.** *Литиевые источники тока.* Литиевые элементы: области применения, катоды и электролиты ЛИТ, электрохимические процессы, конструкции, характеристики. Литиевые аккумуляторы: области применения, катоды и электролиты ЛИТ, особенности электрохимических процессов, конструкции, характеристики



**очная форма обучения**

| № п/п            | Наименование раздела, темы дисциплины   | Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах) |  |                        | Код индикатора достижения компетенции |
|------------------|---|--|--|------------------------|---------------------------------------|
|                  |   | занятия лекционного типа   | занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки | самостоятельная работа |                                       |
| <b>Семестр 6</b> |   |  |  |                        |                                       |
| 1.               | Тема 1. История возникновения и развития гальванотехники в России.  | 2  | 2/-  | -                      | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |
| 2.               | Тема 2. Основные закономерности электроосаждения металлов.  | 2  | 2/-  | -                      | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |
| 3.               | Тема 3 Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий.                                  | 2  | 2/-  | -                      | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |
| 4.               | Тема 4 Технология электрохимического осаждения металлов. Технология электрохимического осаждения сплавов. | 10   | 26/-   | 60                     | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |
| <b>7 семестр</b> |   |  |  |                        |                                       |
| 5                | Тема 5 Технология электрохимического осаждения композиционных электрохимических покрытий                  | 6  | 12/-   | -                      | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |
| 6                | Нестационарные режимы электролиза. Виды, перспективы применения.  | 4  | 8/-  | -                      | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |

|    |  |           |           |            |                       |
|----|--|-----------|-----------|------------|-----------------------|
| 7  | Химические источники тока (ХИТ), разновидности, принципиальное устройство, характеристики, конструкции электродов. | 2         | 8/-       | 20         | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub> |
| 8  | Первичные источники тока, характеристики, конструкции, технологии изготовления.                                    | 1         | 1/-       | 20         | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub> |
| 9  | Аккумуляторы, функциональное назначение, характеристики, конструкции, основные технологии производства             | 1         | 1/-       | 20         | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub> |
| 10 | Литиевые источники тока.   | 2         | 2/-       | -          | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub> |
|    | Итого  | <b>32</b> | <b>64</b> | <b>120</b> |                       |

***заочная форма обучения***

| № п/п            | Наименование раздела, темы дисциплины                              | Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах) |  |  | Код индикатора достижения компетенции |
|------------------|--|--|--|--|---------------------------------------|
|                  |  | занятия лекционного типа<br><i>заочная / ИПУ</i>                       | занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки<br><i>заочная / ИПУ</i> | самостоятельная работа<br><i>заочная / ИПУ</i> |                                       |
| <b>Семестр 7</b> |  |  |  |  |                                       |
| 1.               | Тема 1. История возникновения и развития гальванотехники в России. | -  | -/-  | 10   | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |
| 2.               | Тема 2. Основные закономерности электроосаждения металлов.         | 1  | 4/-  | 26   | ИД-2 <sub>ОПК-5</sub>                 |

|           |  |           |           |            |           |
|-----------|--|-----------|-----------|------------|-----------|
| 3.        | Тема 3 Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий.   | 1         | 2/-       | 30         | ИД-2ОПК-5 |
| 4.        | Тема 4 Технология электрохимического осаждения металлов. Технология электрохимического осаждения сплавов.          | 2         | 2/-       | 30         | ИД-2ОПК-5 |
| 8 семестр |  |           |           |            |           |
| 5         | Тема 5 Технология электрохимического осаждения композиционных электрохимических покрытий                           | 2         | 4/-       | 20         | ИД-2ОПК-5 |
| 6         | Нестационарные режимы электролиза. Виды, перспективы применения.   | 2         | 8/-       | 12         | ИД-2ОПК-5 |
| 7         | Химические источники тока (ХИТ), разновидности, принципиальное устройство, характеристики, конструкции электродов. | 1         | 8/-       | 10         | ИД-2ОПК-5 |
| 8         | Первичные источники тока, характеристики, конструкции, технологии изготовления.                                    | 1         | 1/-       | 20         | ИД-2ОПК-5 |
| 9         | Аккумуляторы, функциональное назначение, характеристики, конструкции, основные технологии производства             | -         | 1/-       | 20         | ИД-2ОПК-5 |
| 10        | Литиевые источники тока.   | -         | -/-       | 20         | ИД-2ОПК-5 |
|           | Итого  | <b>10</b> | <b>18</b> | <b>188</b> |           |

## 5.2. Перечень практических занятий

| № п/п | Наименование раздела, темы дисциплины   | Наименование практического занятия   | Объем дисциплины в акад. часах |   |  |
|-------|---|--|--------------------------------|---|--|
|       |   |  | очная форма обучения           | очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии) | заочная форма обучения / ИПУ (при наличии) |
| 1     | Тема 1. История возникновения и развития гальванотехники в России.  | Проведение семинара по теме: История возникновения и развития гальванотехники в России.  | 2                              | -/-   | -/-  |
| 2     | Тема 2. Основные закономерности электроосаждения металлов.  | Решение задач по теме: Основные закономерности электроосаждения металлов.  | 2                              | -/-   | 2/-  |
| 3     | Тема 3 Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий.                                  | Проведение семинара по теме: Основные закономерности электроосаждения металлов. Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий.  | 2                              | -/-   | -/-  |
| 4     | Тема 4 Технология электрохимического осаждения металлов. Технология электрохимического осаждения сплавов. | Решение задач по темам: Гальванотехника. Расчет процессов нанесения гальванических покрытий: длительность процесса, толщина покрытия, сила и плотность тока, выход по току, удельный расход электроэнергии, расход анодов, расход компонентов электролита, площадь поверхности покрываемых деталей, напряжение на гальванической ванне, падение напряжения в | 10                             | -/-   | 2/-  |

|   |   |   |   |     |     |
|---|---|---|---|-----|-----|
|   |   | электролите;<br>количество джоулевой<br>теплоты,<br>выделяющейся при<br>нанесении<br>гальванического<br>покрытия.<br>Материальный и<br>энергетический расчет<br>технологии нанесения<br>покрытия.                   |   |     |     |
| 5 | Тема 5 Технология<br>электрохимического<br>осаждения<br>композиционных<br>электрохимических<br>покрытий                                 | Решение задач по<br>темам:<br>Гальванотехника.<br>Расчет процессов<br>нанесения<br>композиционных<br>электрохимических<br>покрытий:<br>Материальный и<br>энергетический расчет<br>технологии нанесения<br>покрытия. | 8 | -/- | 2/- |
| 6 | Нестационарные<br>режимы электролиза.<br>Виды, перспективы<br>применения.   | Проведение семинара<br>по теме:<br>«Нестационарные<br>режимы электролиза.<br>Виды, перспективы<br>применения/».   | 2 | -/- | 2/- |
| 7 | Химические<br>источники тока (ХИТ),<br>разновидности,<br>принципиальное<br>устройство,<br>характеристики,<br>конструкции<br>электродов. |   | - | -/- | -/- |
| 8 | Первичные источники<br>тока, характеристики,<br>конструкции,<br>технологии<br>изготовления.   | Расчет элементов и<br>батарей элементов:<br>коэффициент<br>использования и<br>удельный расход<br>активного вещества,<br>удельные и<br>эксплуатационные<br>характеристики,<br>количество<br>электролита.             | 2 | -/- | 2/- |
| 9 | Аккумуляторы,<br>функциональное   | Расчет аккумуляторов:<br>ЭДС аккумулятора,  | 4 | -/- | +   |

|    |   |   |   |     |    |
|----|---|---|---|-----|----|
|    | назначение, характеристики, конструкции, основные технологии производства | удельные и эксплуатационные характеристики, внутреннее сопротивление аккумулятора; количество теплоты, выделившееся при разряде и заряде аккумулятора, конечная температура аккумулятора. |   |     |    |
| 10 | Литиевые источники тока.  |   | - | -/- | +/ |

#### 5.4. Перечень лабораторных работ

| № п/п | Наименование раздела, темы дисциплины   | Наименование лабораторной работы   | Объем дисциплины в акад. часах |   |  |
|-------|---|--|--------------------------------|---|--|
|       |   |  | очная форма обучения           | очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии) | заочная форма обучения / ИПУ (при наличии) |
| 1     | Тема 1. История возникновения и развития гальванотехники в России.  |  | 2                              | -/-   | -/-  |
| 2     | Тема 2. Основные закономерности электроосаждения металлов.  | Определение рассеивающей способности гальванических ванн   | 2                              | -/-   | 2/-  |
| 3     | Тема 3 Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий.                                  |  | 2                              | -/-   | -/-  |
| 4     | Тема 4 Технология электрохимического осаждения металлов. Технология электрохимического осаждения сплавов. | Определение выхода металла по току и расхода по электроэнергии на единицу массы выделяющегося металла<br>Влияние состава электролита на качество цинковых покрытий | 10                             | -/-   | 2/-  |

|   |  |   |           |            |           |
|---|--|---|-----------|------------|-----------|
|   |  | Электролитическое получение медного порошка<br>Электрохимическое полирование медных, латунных или стальных изделий. |           |            |           |
| 5 | Тема 5 Технология электрохимического осаждения композиционных электрохимических покрытий               | Композиционные электрохимические покрытия   | 4         | -          | 2/-       |
| 6 | Нестационарные режимы электролиза. Виды, перспективы применения.                                       | Нестационарные режимы электролиза.  | 4         | -          | 2/-       |
| 7 | Первичные источники тока, характеристики, конструкции, технологии изготовления.                        | Определение характеристик марганцево-цинкового элемента.  | 4         | -/-        | 2/-       |
| 8 | Аккумуляторы, функциональное назначение, характеристики, конструкции, основные технологии производства | Определение некоторых характеристик никель-кадмиевого аккумулятора.   | 4         | -/-        | -/-       |
|   | <b>Итого</b>   |   | <b>32</b> | <b>-/-</b> | <b>10</b> |

## 5.5. Задания для самостоятельной работы студентов

| № п/п | Наименование раздела, темы дисциплины                                    | Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)  | Объем дисциплины в акад. часах |                                   |                              |
|-------|--|--|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|       |  |  | очная форма обучения           | очно-заочная форма обучения / ИПУ | заочная форма обучения / ИПУ |
| 1     | Тема 1. История возникновения и развития гальванотехники в России.       | История возникновения и развития гальванотехники в России:<br>- история гальванотехники в России в XVIII;<br>- история гальванотехники в России в XIX веке;<br>- место гальванотехники в современной промышленности.   | -/-                            | -/-                               | 10/-                         |
| 2     | Тема 2. Основные закономерности электроосаждения металлов.               | Основные закономерности электроосаждения металлов:<br>- катодные и анодные процессы основные и побочные реакции при электроосаждении металлов. I закон Фарадея. Выход по току, равновесный и бестоковый потенциалы, поляризация, перенапряжение, поляризуемость. Распределение тока и металла по поверхности катода.   | -/-                            | -/-                               | 26/-                         |
| 3     | Тема 3 Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий. | Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий:<br>- Механические методы подготовки поверхности.<br>Требования к качеству подготовки поверхности. Методы оценки качества механической подготовки поверхности. Шероховатость поверхностей. Шлифование, полирование и галтование и вибрационная подготовка поверхности металла. Различные виды струйно - абразивных методов обработки поверхности.<br>- Химические и электрохимические методы подготовки поверхности:<br>(Химическое обезжиривание в органических растворителях, растворах щелочей, в технических моющих средствах. Электрохимическое обезжиривание. | -/-                            | -/-                               | 30/-                         |



|   |  |  |    |     |      |
|---|--|--|----|-----|------|
|   |  | <p>Назначение катодного и анодного обезжиривания, катодные и анодные процессы;</p> <p>Составы растворов для электрохимического обезжиривания, режимы катодного и анодного обезжиривания.</p> <p>- Химическое травление – назначение, процессы, протекающие на поверхности деталей при химическом травлении; особенности травления углеродистых коррозионных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов; ингибиторы травления</p> <p>- Электрохимическое травление - назначение, особенности электрохимического травления на аноде и катоде. Составы растворов и режимы электрохимического травления. Снятие травильного шлама. Специальные способы травления.</p> <p>- Активация - назначение, составы растворов для активации и режимы процесса.</p>                      |    |     |      |
| 4 | <p>Тема 4</p> <p>Технология электрохимического осаждения металлов.</p> <p>Технология электрохимического осаждения сплавов.</p> | <p>Электрохимическое осаждение покрытий металлами.</p> <p>Коррозионная стойкость и защитная способность цинковых и кадмиевых покрытий в различных коррозионных средах. Влияние состава коррозионной среды на эффективность противокоррозионной защиты стальных деталей кадмиевыми и цинковыми покрытиями.</p> <p>Электроосаждение цинковых и кадмиевых покрытий из щелочных бесцианидных электролитов.</p> <p>Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов меднения.</p> <p>Области применения никеля в качестве самостоятельного и промежуточного покрытия.</p> <p>Особенности процесса растворения никелевых анодов.</p> <p>Сравнительные технологические характеристики различных электролитов никелирования.</p> | 60 | -/- | 30/- |

|  |  |   |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|
|  |  | <p>Механизм электроосаждения хрома. Электроосаждение хрома из стандартного, саморегулирующегося, фторидного и тетрахроматного электролитов. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства хромовых покрытий. Подготовка поверхности различных металлов и сплавов перед нанесением хромовых покрытий. Особенности анодных процессов при хромировании. Применение различных анодных материалов в процессе хромирования.</p> <p>Электроосаждение покрытий из растворов на основе соединений хрома (III). Составы электролитов, условия электролиза и свойства получаемых покрытий.</p> <p>Электрохимическое меднение:</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства покрытий. Области применения меди в качестве самостоятельного и промежуточного гальванического покрытия. Условия электролиза и составы электролитов, применяемых для нанесения медных покрытий. Особенности нанесения медных покрытий на электроотрицательные металлы. Способы подавления контактного восстановления меди и улучшения сцепления медных покрытий с металлом-основой. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства покрытий. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов меднения.</p> <p>Электроосаждение железных и кобальтовых покрытий:</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства покрытий, области применения. Условия электролиза и составы</p> |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|

|  |  |   |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|
|  |  | <p>электролитов, применяемых для нанесения кобальтовых покрытий. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства покрытий.</p> <p>Условия электролиза и составы электролитов, применяемых для нанесения железных покрытий. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства покрытий. Влияние окисления ионов железа (II) до железа (III) в объеме электролита на качество получаемых покрытий.</p> <p>Электрохимическое свинцевание:</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства свинцовых покрытий. Влияние ионов олова различной валентности в электролитах на качество осаждаемых покрытий.</p> <p>Области применения свинцовых покрытий. Составы кислых и щелочных электролитов и условия осаждения свинцовых покрытий. Сравнительные технологические и экологические характеристики щелочных, борофтористоводородных, алкилсульфонатных и других электролитов свинцевания.</p> <p>Электролитическое золочение:</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства золотых покрытий. Области применения золотых покрытий. Составы электролитов и условия осаждения золотых покрытий. Влияние составов электролитов и условий электролиза на свойства покрытий. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов золочения.</p> <p>Электроосаждение металлов платиновой подгруппы: Физико-химические и физико-механические свойства, области</p> |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | <p>применения платиновых, палладиевых и родиевых покрытий. Составы электролитов и условия осаждения металлов платиновой группы. Влияние составов электролитов и условий электролиза на свойства покрытий платиной, палладием и родием.</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства и области применения покрытий сплавами на основе палладия. Составы электролитов, применяемых для нанесения покрытий сплавами на основе палладия, и условия электролиза.</p> <p>Нанесение гальванических покрытий на цветные металлы и сплавы:</p> <p>Особенности подготовки поверхности цветных металлов и сплавов перед нанесением различных гальванических покрытий. Технологии нанесения гальванических покрытий на цинк, алюминий, магний, титан их сплавы.</p> <p>Наводороживание и водородная хрупкость металла:</p> <p>Основные закономерности и механизмы наводороживания в процессе химической и электрохимической подготовки поверхности, в процессе электроосаждения кадмиевых, цинковых и хромовых покрытий. Способы предотвращения и устранения водородной хрупкости металла-основы и металла-покрытия.</p> <p>Технология электрохимического осаждения сплавов.</p> <p>Сплавы на основе меди. Химический и фазовый составы сплавов на основе меди, области применения.</p> <p>Составы электролитов, применяемых для нанесения латунных и бронзовых покрытий, и условия электролиза.</p> <p>Сплавы на основе цинка.</p> |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

|   |   |  |  |  |      |
|---|---|--|--|--|------|
|   |   | <p>Коррозионная стойкость и защитная способность покрытий сплавами цинк-никель, цинк-кобальт и цинк-железо. Области применения покрытий сплавами на основе цинка. Составы электролитов, применяемых для нанесения сплавов на основе цинка, и условия электролиза.</p> <p>Сплавы на основе никеля. Химический и фазовый составы сплавов. Области применения гальванических покрытий никелевыми сплавами. Составы электролитов, применяемых для нанесения сплавов на основе никеля, и условия электролиза.</p> <p>Электрохимическое и химическое окрашивание цветных металлов: Химические и электрохимические способы нанесения цветных покрытий на медь, никель, серебро и их сплавы. Составы растворов и электролитов, условия окрашивания цветных металлов и сплавов.</p> <p>Жидкостные и газожидкостные пористые электроды: структура, способ подачи реагента, факторы, влияющие на их работу.</p> |  |  |      |
| 5 | <p>Тема 5<br/>Технология электрохимического осаждения композиционных электрохимических покрытий</p> | <p>Электролитические покрытия сплавами на основе никеля:</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства покрытий сплавами на основе никеля: никель-индий, никель-молибден, никель-вольфрам, никель-фосфор и никель-бор. Химический и фазовый составы сплавов. Области применения гальванических покрытий сплавами на основе никеля. Составы электролитов, применяемых для нанесения сплавов на основе никеля, и условия электролиза. Влияние состава электролита и условий электролиза на химический и фазовый составы сплавов и свойства покрытий.</p>   |  |  | 20/- |

|    |   |  |    |  |      |
|----|---|--|----|--|------|
| 6  | Тема 6.<br>Нестационарные режимы электролиза. Виды, перспективы применения.   | Электроосаждение композиционных электрохимических покрытий   |    |  | 12/- |
| 7  | Тема 7.<br>Химические источники тока (ХИТ), разновидности, принципиальное устройство, характеристики, конструкции электродов. | Химические источники тока (ХИТ), разновидности, принципиальное устройство, характеристики, конструкции электродов.   | 20 |  | 10/- |
| 8  | Тема 8.<br>Первичные источники тока, характеристики, конструкции, технологии изготовления.                                    | Воздушно-кислородные электроды: механизм реакции восстановления кислорода, конструкция и технология. Воздушно-железные и воздушно-цинковые элементы. Марганцево-магниевые элементы.  | 20 |  | 20/- |
| 9  | Тема 9.<br>Аккумуляторы, функциональное назначение, характеристики, конструкции, основные технологии производства             | Никель-железные аккумуляторы. Хлорно-цинковые аккумуляторы. Твердые электролиты в химических источниках тока. Серно-натриевые аккумуляторы. Конструкции электродов литиевых источников тока.   | 20 |  | 20/- |
| 10 | Тема 10.<br>Литиевые источники тока.  | Жидкостные и газожидкостные пористые электроды: структура, способ подачи реагента, факторы, влияющие на их работу. Воздушно-кислородные электроды: механизм реакции восстановления кислорода, конструкция и технология. Воздушно-железные и воздушно-цинковые элементы. Марганцево-магниевые элементы. Никель-железные аккумуляторы. Хлорно-цинковые аккумуляторы. Твердые электролиты в химических источниках тока. Серно-натриевые аккумуляторы. |    |  | 10/- |

|  |              |  |            |          |            |
|--|--------------|--|------------|----------|------------|
|  |              | Конструкции электродов литиевых источников тока. |            |          |            |
|  | <b>Итого</b> |  | <b>120</b> | <b>-</b> | <b>188</b> |

В результате освоения заданий самостоятельной работы студент должен уметь решать задачи по изученным темам, подготовиться к практическим занятиям, а также к экзамену. На основе изученного материала студент должен выполнить письменные задания в виде модулей, как промежуточного контроля знаний.

## **6. Расчетно-графическая работа**

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена.*

## **7. Курсовая работа**

*Курсовая работа не предусмотрена.*

## **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен.*

## **9. Контрольная работа**

Предусмотрены 2 контрольные работы *по заочной форме обучения* в 7 и 8 семестрах соответственно, включающая теоретические вопросы и расчетные задачи. Они выполняются в соответствии с разработанными методическими указаниями.

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.1.39 «Электрохимические технологии» должна сформироваться обще-профессиональная компетенция ОПК-5.

Под компетенцией ОПК-5 понимается способность осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты.

Для формирования данной компетенции необходимы базовые знания фундаментальных разделов химии, физики, математики, физической химии, общей химической технологии, электрохимии.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.1.39 «Электрохимические технологии» включает учет успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы, сдачу зачета в 6 семестре, экзамена в 7 семестре для очной формы обучения; сдачу зачета в 7 семестре, экзамена в 8 семестре для заочной формы обучения.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. Приступить к выполнению следующей

лабораторной работы студенту разрешается только после полного отчета по предыдущей лабораторной работе. Шкала оценивания выполнения лабораторной работы – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена неправильно, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

При организации самостоятельной работы по данной дисциплине рекомендуется использовать следующие ее формы: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы; выполнение домашних заданий разнообразного характера: решение задач; подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы. Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае, если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы.

В конце модуля обучающийся письменно отвечает на **тестовые задания**, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено / не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем на 40% вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

**К экзамену** по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем лабораторным работам и защите всех занятий;
- сдачи всех отчетов по всем темам самостоятельной работы и их защите;
- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается в устном виде по билетам. На подготовку билета обучающемуся дается 40 минут. Оценивание результатов выполнения теста проводится по 5-балльной шкале. Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится при правильном ответе на 0%-35%; оценка «3» (удовлетворительно) – при правильном ответе на 40%-65%; оценка «4» (хорошо) – при правильном ответе на 70%-90% и оценка «5» (отлично) – при правильном ответе на 95%-100%. Вопросы по билетам представлены из перечня «Экзаменационные вопросы». Оценивание проводится по 5-балльной шкале.

Оценка «5» (отлично) ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,

Оценка «4» (хорошо) на экзамене ставится при:



- правильном, полном и логично построенном ответе,
  - умении оперировать специальными терминами,
  - использовании в ответе дополнительного материала,
- но в ответе:

- имеются негрубые ошибки или неточности;
- возможны затруднения в использовании практического материала;
- делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнание;
- ответе с одной грубой ошибкой;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

| Ступени уровней освоения компетенций  | Отличительные признаки   |
|---------------------------------------|--|
| Пороговый уровень (удовлетворительно) | <p>На удовлетворительном уровне <b>знает</b>: основные и побочные электродные процессы, составы растворов и электролитов; условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p><b>Недостаточное умение</b> анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов.</p> <p><b>Владеет</b>: техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами определения основных характеристик химических источников тока.</p>  |
| Продвинутый (хорошо)                  | <p><b>На хорошем уровне знает</b>: технологии электроосаждения и химического осаждения металлов, сплавов и композиционных электрохимических покрытий; основные и побочные электродные процессы, составы растворов и электролитов, научный подход к составлению состава электролита и выбора составов растворов, условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; основные технические характеристики и условия эксплуатации электролизеров; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p><b>Достаточно хорошо умеет</b>: анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов; использовать методы исследования и определения параметров электрохимических и химических процессов; проводить эксперименты и анализировать их результаты с целью выбора оптимальных технологических условий проведения процесса.</p> <p><b>Хорошо владеет</b>: техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий, обеспечивающих необходимые функциональные свойства покрываемых</p> |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | <p>изделий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами проведения экспериментов по электрохимическому синтезу химических продуктов и определения эффективности процесса; методами определения основных характеристик химических источников тока.</p> <p>При этом имеются негрубые ошибки или неточности.</p>  |
| Высокий (отлично) | <p><b>В совершенстве знает:</b> научные основы и технологии электроосаждения и химического осаждения металлов, сплавов и композиционных электрохимических покрытий; основные и побочные электродные процессы, составы растворов и электролитов, научный подход к составлению состава электролита и выбора составов растворов, условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; основные технические характеристики и условия эксплуатации электролизеров; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов; использовать методы исследования и определения параметров электрохимических и химических процессов; проводить эксперименты и анализировать их результаты с целью выбора оптимальных технологических условий проведения процесса.</p> <p><b>Отлично владеет:</b> техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий, обеспечивающих необходимые функциональные свойства покрываемых изделий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами проведения экспериментов по электрохимическому синтезу химических продуктов и определения эффективности процесса; методами определения основных характеристик химических источников тока.</p> |

## СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ТЕСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

### Содержание тестовых материалов

#### 1. Дополните

Основная катодная реакция в гальванотехнике это .....

#### 2. Дополните

В гальванической ванне, работающей с растворимыми анодами, основной реакцией является ... ..

#### 3. Дополните

Антикоррозионная обработка цинковых и кадмиевых покрытий проводится с целью усиления ... ..

4. Расположите названия электролитов цинкования в порядке возрастания перенапряжения выделения цинка

1: Сульфатный электролит

3: Аммиакатный электролит

**4:** Цианистый электролит

**2:** Сульфатный электролит с добавкой поверхностно-активного вещества

**5.** Отметьте правильный ответ

Электрохимическое цинковое покрытие, нанесенное на стальную основу из цианистого электролита ...

- повышает твердость
- придает магнитные свойства изделию
- выполняет защитную функцию
- повышает износостойкость

**6.** Дополните

Электрохимическое кадмиевое покрытие, нанесенное на изделие, изготовленное из стали выполняет защитные функции при эксплуатации изделия в ... ..

**7.** Дополните

Простые кислые электролиты кадмирования используются ограниченно лишь для покрытия деталей ... ..

**8.** Дополните

В состав электролитов оловянирования вводится избыток серной кислоты для предупреждения .....

**9.** Дополните

С целью получения доброкачественных оловянных покрытий в состав электролитов оловянирования обязательно вводится добавка ... ..

**10.** Дополните

Олово является анодным покрытием и защищает сталь электрохимически в среде ... ..

**11.** Расположите названные электролиты оловянирования в порядке уменьшения перенапряжения выделения олова

**3:** станнатный электролит

**2:** сульфатный электролит с добавкой органического поверхностно-активного вещества

**1:** сульфатный без добавки органического поверхностно-активного вещества

**12.** Дополните

Электрохимическое никелевое покрытие наносится на подслое медного покрытия толщиной 25-30 мкм с целью снижения ... ..

**13.** Дополните

Галогенд ионы (Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>) вводятся в состав электролита никелирования с целью ... анодов

**14.** Дополните

В ванне никелирования блестящее никелевое покрытие получается при введении в состав электролита ... ..

**15. Дополните**

В состав электролитов никелирования вводится борная кислота, выполняющая функцию ... ..

**16. Отметьте правильный ответ**

Формула, по которой рассчитывается баланс напряжения на диафрагменном электролизере

$U_{\text{нд}} = -\frac{\Delta U}{nF}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{диафр}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$I_{\text{р}} = \frac{U}{R + K + r}$

**17. Отметьте правильный ответ**

Формула, по которой рассчитывается баланс напряжения на бездиафрагменном электролизере

$U_{\text{нд}} = -\frac{\Delta U}{nF}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{диафр}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$I_{\text{р}} = \frac{U}{R + K + r}$

**18. Дополните**

Блестящее беспористое никелевое электрохимическое покрытие выполняет функции ... ..

**19. Дополните**

Покрытие электрохимическим никелем по отношению к железу является ...

**20. Дополните**

Покрытие электрохимическим цинком по отношению к железу является ...

**21. Дополните**

Электролитическое железнение применяется главным образом для повышения поверхностной ...

**22. Дополните**

Во избежание загрязнения электролита никелирования анодным шламом никелевые аноды заключают в ...

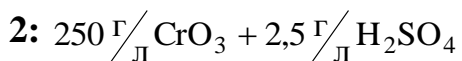
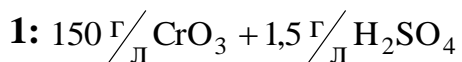
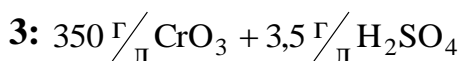
**23. Дополните**

Сульфаминовые электролиты содержат соль никеля сульфаминовой кислоты, борную кислоту, органические и антипиттинговые добавки и хлорид никеля, который вводятся для ... ..

**24. Дополните**

При работе ванны цинкования на цинковых анодах протекает процесс их ...

**25.** Расположите электролиты хромирования в порядке возрастания выхода по току



**26.** Дополните

В составе саморегулирующегося электролита хромирования присутствует ...

...

**27.** Расположите по силе воздействия на процесс хромирования следующие виды перемешивания:

**1:** ультразвуковое

**2:** анодно-струйное

**3:** барботаж

**28.** Расположите электролиты хромирования по возрастанию выхода по току

**1:** тетрахроматный

**2:** саморегулирующийся

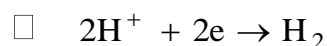
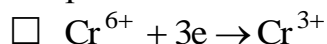
**3:** сульфатный - стандартный

**29.** Дополните

При электроосаждении хромового покрытия на стальные детали в момент включения требуется ... .. для получения качественного покрытия

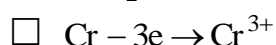
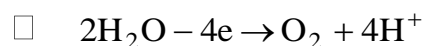
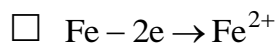
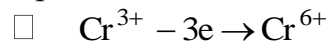
**30.** Отметьте правильный ответ

Катодный процесс, способствующий увеличению хрупкости хромового покрытия



**31.** Отметьте правильные ответы

Процессы на аноде при хромировании стальных деталей



**32.** Отметьте правильные ответы

Аноды, используемые при хромировании деталей

хромовые

стальные

свинцовые

сплав свинец-сурьма

**33. Отметьте правильные ответы**

Использование реверсивного тока при хромировании деталей позволяет

- повысить выход по току
- увеличить равномерность покрытия
- уменьшить наводораживание деталей

**34. Дополните**

Сближение потенциалов при электроосаждении сплава Cu-Zn осуществляется путем использования ... ..

**35. Расположите сплав медь-цинк в порядке возрастания содержания меди:**

- 1:** томпак
- 2:** желтая латунь
- 3:** зеленая латунь
- 4:** серая латунь
- 5:** белая латунь

**36. Отметьте правильные ответы**

Основное назначение борной кислоты во фторборатном электролите получения сплава олово-свинец

- для повышения электропроводности
- для предотвращения гидролиза солей
- для придания устойчивости электролиту
- для придания блеска покрытию

**37. Отметьте правильные ответы**

Аноды используемые для получения сплава олово-свинец ОС-60 из фторборатного электролита

- сплав ОС-60
- свинец
- графит
- свинец и олово

**38. Отметьте правильные ответы**

Сплавы олова, используемые в производстве печатных плат

- олово-свинец
- олово-висмут
- олово-медь

**39. Отметьте правильный ответ**

Сухит пленочный фоторезисторs в производстве печатных плат применяют

- для нанесения защитного слоя
- для повышения коррозионной стойкости изделий
- для увеличения толщины изделия

**40. Отметьте правильный ответ**

Основное назначение операции химического травления в производстве печатных плат это

- удаление оксидов с поверхности металлических проводников

- удаление меди с пробельных участков заготовок
- удаление защитного слоя с поверхности металлических проводников

**41.** Расположите электролиты травления в ряд по убыванию скорости травления:

- 1:** на основе хлорного железа
- 2:** кислый хлорно-медный электролит
- 3:** щелочной хлорно-медный электролит

**42.** Отметьте правильные ответы

Восстановители, используемы в процессе химического меднения диэлектриков

- формальдегид
- водород
- гипофосфит натрия

**43.** Отметьте правильные ответы

Комплексообразователи, применяемые в электролитах химического меднения диэлектриков в производстве печатных плат

- трилон Б
- сегнетова соль
- сахароза
- борная кислота

**44.** Дополните

Для повышения экологичности производства печатных плат проводится ... металлизация диэлектриков

**45.** Дополните

Электрофорез - это направленное движение ... .. под действием электрического тока

**46.** Дополните

Заряд на коллоидной частице может образоваться за счет ... ионов электролитов

**47.** Отметьте правильные ответы

При электрофоретическом осаждении на аноде в электролите должны присутствовать

- комплексообразователь
- реагент, связывающий кислород
- реагент, увеличивающий электропроводность раствора

**48.** Отметьте правильные ответы

Пути повышения стабильности электрофоретической дисперсии

- увеличение размерности осаждаемых частиц более 2 мкм
- введение жирных кислот, карбоксиметилцеллюлозы
- введение ионов железа, алюминия
- введение ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$

**49.** Дополните

Выход по току при электрофорезе - это отношение веса полимерного покрытия к ... .., пошедшего на его образование

50. Отметьте правильные ответы

Равномерность электрофоретического покрытия достигается путем

- интенсивного перемешивания
- применения реверсивного тока
- увеличения плотности тока

51. Отметьте правильные ответы

Условия, благоприятствующие получению композиционных электрохимических покрытий

- высокая катодная поляризация
- отсутствие выравнивающей способности
- присутствие в электролите поверхностно-активных веществ
- большой размер частиц неметаллической фазы

52. Дополните

Композиционные электрохимические покрытия осаждаются преимущественно из ...

53. Отметьте правильный ответ

Содержание алмаза в составе композиционного электрохимического покрытия Ni-бор-алмаз зависит от

- плотности тока
- температуры суспензии
- концентрации добавки декагидробората

54. Дополните

Композиционные электрохимические покрытия совмещают в себе свойства металлов и ...

55. Отметьте правильный ответ

Формула, по которой рассчитывается время электролиза с целью нанесения заданной толщины металлического покрытия

$I = i \cdot S$

$t = \frac{\delta \cdot \rho}{i \cdot q \cdot \Delta \phi}$

$\delta = \frac{i \cdot t \cdot q \cdot \Delta \phi}{\rho}$

$U_p = -\frac{\Delta G}{nF}$

56. Отметьте правильный ответ

Формула, по которой рассчитывается толщина металлического покрытия, нанесенного из заданного состава электролита, при заданном режиме электролиза

$t = \frac{\delta \cdot \rho}{i \cdot q \cdot \Delta \phi}$



$$\square \delta = \frac{i \cdot t \cdot q \cdot \Delta \rho}{\rho}$$

$$\square U_p = -\frac{\Delta G}{nF}$$

$$\square I = i \cdot S$$

### Вопросы к экзамену

1. Свойства и области применения меди в качестве самостоятельного и промежуточного гальванического покрытия. Способы подавления контактного восстановления меди и улучшения сцепления медных покрытий с металлом - основой.
2. Свойства и назначение никелевых покрытий. Области применения никеля в качестве самостоятельного и промежуточного покрытия. Составы электролитов и условия нанесения никелевых покрытий.
3. Электроосаждение медных покрытий из простых и комплексных электролитов. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов меднения.
4. Физико-химические, физико-механические свойства и области применения цинковых и кадмиевых покрытий. Составы электролитов и условия нанесения цинковых и кадмиевых покрытий.
5. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов цинкования и кадмирования.
6. Механические методы подготовки поверхности. Требования к качеству подготовки поверхности.
7. Химическое обезжиривание в органических растворителях, водных щелочных растворах, в моющих и растворяюще-эмульгирующих средствах.
8. Химическое травление поверхности металла.
9. Механизмы наводороживания и водородная хрупкость металла-основы и металла-покрытия в процессе электроосаждения кадмиевых и цинковых покрытий. Способы предотвращения и устранения водородной хрупкости металла - основы и металла-покрытия.
10. Области применения гальванических покрытий сплавами на основе олова (олово-свинец, олово-висмут).
11. Химические и электрохимические способы нанесения цветных покрытий на медь, никель, серебро и их сплавы. Составы растворов и условия окрашивания цветных металлов.
12. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства никелевых покрытий. Особенности процесса растворения никелевых анодов.
13. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства хромовых покрытий. Подготовка поверхности различных металлов и сплавов перед нанесением хромовых покрытий.

14. Методы оценки качества поверхности детали после подготовки и покрытия.
15. Ультразвуковые методы обезжиривания.
16. Области применения свинцового покрытия. Электролиты и условия электролиза.
17. Электрохимическое обезжиривание. Катодные и анодные процессы при электрохимическом обезжиривании.
18. Электрохимическое травление. Растворы и условия электролиза.
19. Электрохимическое полирование.
20. Определение ХИТ. Классификация химических источников тока.
21. Требования к конструкции ХИТ. Составные части конструкции химического источника тока.
22. Конструктивные разновидности ХИТ.
23. Разрядная емкость ХИТ. Удельные характеристики ХИТ.
24. Технология изготовления никель-кадмиевого аккумулятора ламельной конструкции.
25. Разрядные характеристики ХИТ. Напряжение разомкнутой цепи. Конструкции.
26. Понятие об электрохимической системе. Активное вещество, активная масса, основные виды добавок в активную массу.
27. Эксплуатационные характеристики химического источника тока.
28. Классификация электродов ХИТ. Конструкционные разновидности электродов.
29. Химические источники тока с литиевым анодом. Типы ЛИТ. Области применения. Характеристики.
30. Вторичные литиевые источники тока. Процессы, протекающие на отрицательном электроде при разряде и заряде ЛИТ. Условия эксплуатации.
31. Резервные ХИТ. Области применения. Электрохимические системы. Конструкции. Характеристики.
32. Комбинированные ХИТ. Области применения. Электрохимические системы. Конструкции. Характеристики.
33. Свойства и назначение хромовых покрытий. Механизм электроосаждения хрома. Причины отсутствия рассеивающей способности электролитов хромирования.

## **11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1. Рекомендуемая литература**

1. Гамбург, Ю. Д. Теория и практика электроосаждения металлов / Ю. Д. Гамбург, Дж. Зангари; пер. с англ. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 441 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-809-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785001018094->

[SCN0002.html?SSr=57013463c6086bbb69c550fyalyмова](http://SCN0002.html?SSr=57013463c6086bbb69c550fyalyмова) (дата обращения: 18.06.2023). - Режим доступа: по подписке.

2. Целуйкина, Г. В. Разработка технологии и расчет оборудования для нанесения гальванических покрытий [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Целуйкина, С.М. Закирова, Н.Д. Соловьев, Ялымова Т.Ю. – Электрон. текстовые данные. - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2023. – 42 с. URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=4> (дата обращения: 18.06.2023). — Режим доступа: для авторизованных пользователей

3. Ялымова, Т.Ю. Теоретические и технологические основы получения композиционных электрохимических покрытий : учебное пособие для студентов направлений 18.04.01, 18.03.01 - Химическая технология, 18.04.02, 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, 20.03.01 - Техносферная безопасность, 21.03.01 - Нефтегазовое дело, перераб. и доп. /Ялымова Т.Ю., Соловьева Н.Д., Яковлев А.В. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. - 60 с. (3,75 печ. л.). - ISBN 978-5-9907993-2-5 (Тираж 30 экз. ).

4. Межевич, Ж. В. Методы контроля гальванических покрытий : практикум / Межевич Ж. В. , Березин Н. Б. - Казань : КНИТУ, 2018. - 88 с. - ISBN 978-5-7882-2468-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224688.html> (дата обращения: 18.06.2023). - Режим доступа: по подписке.

5. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении: учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> (дата обращения: 18.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Межевич, Ж.Б. Электрохимические критерии и способы защиты от коррозии технических материалов и конструкций: учебно – методическое пособие /Ж.В. Межевич. О.И. Григорьева – Казань: КНИТУ, 2018. – 200 с. - ISBN 987-5-7882 – 2598 – 2. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт].

URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788225982.html> -(дата обращения: 18.06.2023). режим доступа: по подписке

7. Кайдриков, Р. А. Электрохимические методы оценки коррозионной стойкости многослойных гальванических покрытий: монография / Р. А. Кайдриков, С. С. Виноградова, Б. Л. Журавлев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 141 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/64046.html> (дата обращения: 18.06.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8. Шпак, И.Е. Химические источники тока: учебное пособие / И.Е. Шпак, А.М. Михайлова, Н.В. Архипова; Саратовский гос. техн. ун-т. – Саратов: СГТУ, 2003. – 98 с. Экземпляров всего: 14

9. Сербиновский, М. Ю. Литиевые источники тока: конструкции, электроды, материалы, способы изготовления и устройства для изготовления электродов: монография / М. Ю. Сербиновский. - Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 2001. - 155 с. Экземпляров всего: 14

10. Маслов, А. В. Практическое руководство к решению задач по технологии электрохимической обработки материалов: учебно-методическое пособие / А. В. Маслов, В. Ю. Ширяев. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 60 с. — ISBN 978-5-88247-623-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22910.html> (дата обращения: 18.06.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Целуйкина, Г.В., Закирова С.М. Прикладная электрохимия. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электрохимические технологии для студентов направления 18.03.01 (240100.62) – Химическая технология, профиль «Технология электрохимических производств». – Энгельс: изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2019. – 51 с. — URL <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=6> (дата обращения: 30.06.2021). Режим доступа: для авторизованных пользователей

12. Ялымова, Т.Ю. Композиционные электрохимические покрытия: методические указания к лабораторным работам по курсам "Приоритетные электрохимические технологии", "Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов" для студентов направления 18.04.01 - Химическая технология, "Электрохимические технологии", "Методы исследования в электрохимии" для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология, "Основы электрохимической технологии" для студентов направления 22.03.01 - Материаловедение и технология материалов /Ялымова Т.Ю., Соловьева Н.Д. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. - 20 с. (1,25 печ.л.) (Тираж 30 экз. ).

13. Ялымова, Т.Ю. Дофазовое осаждение металла и его влияние на скорость и свойства электроосаждаемого покрытия : методические указания к лабораторным работам по курсу "Приоритетные электрохимические технологии", "Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов" для студентов направления 18.04.01 - Химическая технология, "Электрохимические технологии", "Методы исследования в электрохимии", для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология, "Основы электрохимической технологии" для студентов направления 22.03.01 - Материаловедение и технология материалов

/Ялымова Т.Ю., Соловьева Н.Д. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. - 16 с. (1 печ. л.) (Тираж 30 экз. ).

14. Ялымова, Т.Ю. Комбинированные способы очистки промывных и сточных вод от загрязняющих компонентов : методические указания к лабораторной работе по курсам "Экологические проблемы химической технологии", "Приоритетные электрохимические технологии" для студентов направления 18.03.01, 18.04.01 - Химическая технология, перераб. и доп. /Ялымова Т.Ю., Соловьева Н.Д. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. - 12 с. (0,75 печ. л.) (Тираж 30 экз. ).

15. Савельева Е.А. Самостоятельная работа студентов: методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология Е.А. Савельева, Л.Н. Ольшанская, Н.Д. Соловьева, И.И. Фролова: - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра «Химические технологии», 2021. - 37 с. — URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=6> (дата обращения: 18.06.2023). Режим доступа: для авторизованных пользователей

### 11.2. Периодические издания

16. Гальванотехника и обработка поверхности. Издательство ООО "Гальванотех" Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7759](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7759) Доступные архивы 2005-2023гг.

17. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 – 2023гг.

18. Журнал физической химии:- РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802> Доступные архивы 2001-2023гг.

19. Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222> Доступные архивы 2000-2023гг.

20. Электрохимия Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8297](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8297) Доступные архивы 2000-2020гг.

21. Электрохимическая энергетика Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8296](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8296) Доступные архивы 2007-2023гг.

### 11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы *не используются*

### 11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов

22. Учебно-методические материалы по дисциплине «Электрохимические технологии» (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008> Российское общество

гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности. Режим доступа: <http://www.galvanicrus.ru/>

22. Химический каталог. Режим доступа: <http://www.ximicat.com>

23. Электрохимический портал. Режим доступа: <http://echemistry.ru/>

24. Завод гальванических покрытий и металлообработки. Режим доступа: <https://zctc.ru/catalog/galvanica%202>

25. <https://docplayer.ru/26878071-Metodicheskie-materialy-po-discipline-funkcionalnaya-galvanotekhnika.html>

### **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,

2. «ЭБС eLibrary»

3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА

### **11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Не используются*

### **11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

*Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.*

### **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

#### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

1. Справочная система «Консультант Плюс».

2. Библиотека МГУ им М.В.Ломоносова. Химический факультет МГУ [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)

3. Российская национальная библиотека (РНБ) [www. nlr.ru](http://www.nlr.ru)

#### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

*Не используются*

,



### **12.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

1) Лицензионное программное обеспечение

Microsoft Windows10, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint),

2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

### **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

*Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

*Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Укомплектована оборудованием:

Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01

Источник питания НУ1502D 0-15V-2A 2xLCD

Потенциостат IPC Compact

Потенциостат IPC Micro

Термостат LT-116в циркуляционный, цифровой терморегулирующий

Устройство зарядно-выпрямительное «Электроника»  
Толщиномер покрытий ТТ210  
Шкаф лабораторный вытяжной ШВ-201КНО  
Весы электронные ВК - 600  
Весы аналитические РА64С

Рабочую программу составил: доцент кафедры ТОХП к.т.н. Ялымова Т.Ю.





#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКС/УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /