

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов заочного отделения
направления «Химическая технология»

по курсу

Электрохимические технологии, ч. 1,2

Иваново
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов заочного отделения
направления «Химическая технология»
по курсу
Электрохимические технологии, ч. 1,2

Составители: Ершова Т.В.
Шеханов Р.Ф.

Иваново 2019

УДК 621.357

Составители: Т.В.Ершова, Р.Ф. Шеханов

Методические указания и контрольные задания для студентов заочного отделения направления «Химическая технология» по курсам «Электрохимические технологии, ч. 1,2/ сост.:Т.В.Ершова, Р.Ф.Шеханов; Иван.гос.хим.-технол. ун-т.- Иваново, 2018.- 60с.

Методические указания и контрольные задания предназначены для студентов 4- 5 курсов заочного отделения, изучающих дисциплины «Электрохимические технологии, ч.1» и « Электрохимические технологии, ч.2». В соответствии с рабочими учебными программами приведены разделы дисциплин, требующие изучения. Для каждого раздела составлены вопросы для самопроверки. Приведены списки необходимой литературы. Контрольные задания состоят из теоретических вопросов, тестовых заданий и задач. Выполнение студентами контрольных заданий способствует более глубокой проработке дисциплин, решению прикладных вопросов, возникающих на производстве.

Рецензенты:кафедра аналитической химии Ивановского государственного химико-технологического университета;
доктор химических наукД.В. Батов (Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН)

© Ершова Т.В.,Шеханов Р.Ф.,2019

© ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный
химико-технологический
университет»,

2019

1. Электрохимические технологии, ч.1.

1.1. Введение. Электрохимические технологии в промышленности. Роль гальванотехники. Виды покрытий

В разделе рассматриваются вопросы выбора вида покрытия и его толщины в зависимости от требований, предъявляемых к внешнему виду изделия, условиям его эксплуатации и стоимости. Описываются механизмы защиты изделий от коррозии с помощью покрытий. Уделяется внимание вопросам, связанным с механической и химической подготовкой поверхности изделий и нанесения покрытий.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	621.35 С 861	Строгая Г. М. Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 1: учебное пособие/Г.М.Строгая; Иван.гос.хим.-технол.ун-т.- Иваново: ИГХТУ, 2010. - 72 с.	
2	621.35 С 861	Строгая Г. М., Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 2: учебное пособие/Г.М.Строгая; Иван.гос.хим.-технол.ун-т.- Иваново: ИГХТУ, 2002. - 55 с.	

3	621.7 Ю 163	Юдина Т.Ф. Основы технологических процессов нанесения защитно-декоративных покрытий металлами и сплавами: учеб. пособие/Т.Ф.Юдина. – Иваново: ИГХТУ, 2003. -128с.	
4	621.35 Г 181	Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия: справочник по применению/ Ю.Д.Гамбург. -М.: Техносфера, 2006. - 215с.	
5	621.35 Д 208	Дасоян М.А.Технология электрохимических покрытий: учеб. для сред. спец. учеб. заведений / М. А. Дасоян, И. Я. Пальмская, Е. В. Сахарова. - Л.: Машиностроение, 1989. - 391с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php

Вопросы для самопроверки

1. Какие методы используются для нанесения металлических покрытий?
Каковы достоинства электрохимического способа по сравнению с другими, используемыми на практике?
2. Каковы основные цели нанесения металлических покрытий на изделия из черных металлов?
3. Как классифицируют металлические покрытия в зависимости от способа защиты изделий от коррозии?
4. Какие требования предъявляют к металлическим покрытиям?
5. Чем определяется выбор толщины покрытия?

1.2. Теоретические основы и закономерности осаждения металлов

При изучении теоретических основ процессов нанесения покрытий необходимо изучить особенности механизма процесса электрокристаллизации металлов, рассмотреть факторы, влияющие на структуру и свойства электролитических осадков (плотность тока, температура электролиза, перемешивание, нестационарный режим электролиза, состав электролита и т.д.); познакомиться с понятиями «структура электролитических осадков», «рассеивающая способность электролитов», «кроющая способность электролитов» и технологическими приемами, позволяющими улучшить распределение тока по поверхности изделий сложной конфигурации. Необходимо ознакомиться с условиями и механизмом образования блестящих и выравнивающих осадков металла.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	621.35 С 861	Строгая Г. М., Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 1: учеб. пособие/ Г.М.Строгая; Иван.гос.хим.- технол.ун-т.- Иваново: ИГХТУ, 2010. - 72 с.	
2	621.7 Ю 163	Юдина Т.Ф. Основы технологических процессов нанесения защитно-технологических покрытий металлами и сплавами: учеб. пособие/ Т.Ф.Юдина. – Иваново: ИГХТУ, 2003. -128с.	

3	621.35 Д 208	Дасоян М.А.Технология электрохимических покрытий: учеб. для сред. спец. учеб. заведений / М. А. Дасоян, И. Я. Пальмская, Е. В. Сахарова. - Л.: Машиностроение, 1989. - 391с.	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php
---	-----------------	--	---

Вопросы для самопроверки

1. Каков механизм процесса электрокристаллизации металлов?
2. Какова связь между структурой осадка и величиной перенапряжения при электроосаждении металла?
3. Как влияет состав электролита и концентрация ионов основных компонентов на структуру осадка?
4. Какое влияние на свойства гальванического покрытия оказывают природа и концентрация ионов добавок солей, кислот и щелочей?
5. Как влияют на качество осадка органические добавки?
6. Как влияет состояние поверхности основного металла на структуру электролитического осадка?
7. Какое влияние на структуру осадка оказывает режим электролиза: плотность тока, температура, перемешивание и др.?
8. От чего зависит форма кристаллов и текстура электролитического осадка?
9. При каких условиях осаждаются блестящие покрытия?
10. Какое влияние на качество покрытия оказывает водород, выделяющийся на катоде совместно с металлом?
11. Что такое первичное и вторичное распределение тока?
12. Перечислите факторы, влияющие на распределение тока и металла по поверхности катода.
13. Что понимают под рассеивающей способностью электролита?

14. Каким образом поляризация влияет на рассеивающую способность электролита?
15. Какие экспериментальные методы используют для изучения рассеивающей способности?
16. Как влияют ПАВ на рассеивающую способность электролита?
Что понимают под кроющей способностью электролитов?

1.3. Подготовка поверхности металлических изделий перед покрытием в гальваностегии

Рассматриваются методы очистки поверхности перед нанесением покрытий: механические, химические и электрохимические.

При изучении способов механической подготовки поверхности изделий особое внимание уделяют качеству поверхности металлов и методам ее оценки. Рассматриваются процессы шлифования и полирования абразивными кругами и лентами, оборудование, абразивные и полировальные материалы; крацевание; шлифование и полирование деталей насыпью незакрепленным абразивом: галтование, подводное галтование, виброабразивная обработка, анодно-абразивная обработка. Необходимо изучить также струйно-абразивные методы обработки: пескоструйную, гидropескоструйную, дробеструйную.

При изучении способов химической подготовки необходимо разобраться в природе жировых загрязнений, рассмотреть процессы обезжиривания в органических растворителях, химическое обезжиривание в щелочных растворах, комплексные моющие средства, обезжиривание в растворяюще-эмульгирующих средствах, эмульсионное обезжиривание, электрохимическое обезжиривание: катодное, анодное, комбинированное, а также ультразвуковой метод обезжиривания.

Следует изучить процессы химического и электрохимического травления поверхности черных, цветных и легких металлов; процессы активации и специальной пассивации перед нанесением покрытий.

Необходимо также рассмотреть вопросы межоперационной промывки изделий и при этом уделить внимание мероприятиям, обеспечивающим экономное расходование воды.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в библиотеке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	621.35 С 861	Строгая Г. М., Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 1: учеб. пособие/ Г.М. Строгая; Иван.гос.хим.-технол.ун-т.- Иваново: ИГХТУ, 2010. - 72 с.	
2	621.35 С 861	Строгая Г. М., Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 2: учеб. пособие/Г.М.Строгая; Иван.гос.хим.-технол.ун-т.- Иваново: ИГХТУ, 2002. - 55 с.	
3	621.7 Ю 163	Юдина Т.Ф. Основы технологических процессов нанесения защитно-декоративных покрытий металлами и сплавами: учеб. пособие/Т.Ф. Юдина. – Иваново: ИГХТУ, 2003. -128с.	

4	621.35 Д 208	Дасоян М.А. Технология электрохими-ческих покрытий: учеб. для сред. спец. учеб. заведений / М. А. Дасоян,И.Я. Пальмская, Е. В. Сахарова. - Л.: Машиностроение, 1989. - 391с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php
5	621.35 Г 171	Гальванотехника : справочник / под ред. А. М. Гинберга, А. Ф. Иванова и Л. Л. Кравченко. - М. : Металлургия,1987. -735с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php

Вопросы для самопроверки

1. Какие способы механической подготовки поверхности используют перед нанесением защитно-декоративных покрытий и какие – перед нанесением защитных покрытий?
2. Какие абразивные материалы, связки и круги применяют при механическом шлифовании и полировании?
3. В чем сущность пескоструйной и дробеструйной, гидроабразивной обработок? В каких случаях их целесообразно использовать?
4. Каковы достоинства виброабразивной обработки поверхности?
5. Как осуществляется процесс удаления жировых загрязнений с поверхности изделий при использовании органических растворителей?
6. На чем основано удаление жиров с изделий в щелочных растворах? Каков механизм действия эмульгаторов?
7. В чем сущность электрохимического обезжиривания, осуществляемого на катоде и аноде? Что дает применение катодно-анодного обезжиривания?
8. Как осуществляется обезжиривание с помощью ультразвука?

9. Каков механизм удаления окалины с поверхности черных металлов при химическом травлении? Какие растворы для этого используют?
10. Чем вызвана хрупкость железа при травлении? Каков механизм действия ингибиторов коррозии?
11. Для чего и когда применяют операцию активирования?
12. Какие виды промывки используют на производстве? Какие из них способствуют экономии воды при высоком качестве отмытки изделий?

1.4. Электрохимическое нанесение покрытий

В разделе рассматривают основные области применения различных покрытий (цинковых, медных, никелевых, хромовых, серебряных, золотых и т.п.). При изучении процессов нанесения отдельных покрытий рассматривают типы применяемых электролитов с точки зрения интенсивности процесса и качества получаемых осадков; проводят сравнительную характеристику электролитов, знакомятся с электролитами, предлагаемыми для замены токсичных, главным образом цианистых электролитов. Необходимо научиться по ходу поляризационных кривых судить о структуре получаемого осадка и о равномерности его по толщине. Необходимо знать назначение отдельных компонентов электролитов, режимы работы, выход по току металла. Ознакомиться с операциями последующей обработки некоторых покрытий с целью улучшения их свойств.

Следует рассмотреть процессы анодирования алюминия и его сплавов, изучить влияние различных факторов на процесс формирования оксидной пленки, основные свойства оксидных покрытий и применяющиеся электролиты. Необходимо ознакомиться с процессами уплотнения и окрашивания оксидных пленок.

Рассматривают особенности подготовки поверхности при нанесении гальванических покрытий на алюминий- нанесение на шероховатую

поверхность, на пленку контактного металла, на оксидную пленку, непосредственное нанесение покрытий.

Изучают области применения фосфатных покрытий на стали, теоретические основы процесса, составы растворов фосфатирования, структуру и характеристику осадков, предварительную и последующую обработку при фосфатировании. Рассматривают теоретические основы и способы оксидирования сталей, состав, структуру и характеристику оксидных пленок.

Следует рассмотреть процессы химического нанесения металлических покрытий (иммерсионные, каталитические, автокаталитические), ознакомиться с механизмом осаждения и свойствами осадков. Изучить химическое никелирование и химическое меднение.

При изучении всех процессов необходимо уделять внимание контролю качества покрытий.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	621.35 С 861	Строгая Г. М., Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 1: учеб. пособие/ Г.М. Строгая; Иван.гос.хим.-технол.ун-т.- Иваново: ИГХТУ, 2010. - 72 с.	
2	621.35 С 861	Строгая Г. М., Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 2: учеб. пособие/Г.М.Строгая; Иван.гос.хим. - технол.ун-т.-Иваново: ИГХТУ, 2002. - 55 с.	

3	621.7 Ю 163	Юдина Т.Ф. Основы технологических процессов нанесения защитно-декоративных покрытий металлами и сплавами: учеб. пособие/Т.Ф.Юдина. – Иваново: ИГХТУ, 2003. -128с.	
4	621.35 Г 181	Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия: справочник по применению/ Ю.Д. Гамбург.–М.: Техносфера, 2006. -215с.	
5	621.35 Д 208	Дасоян М.А. Технология электро-химических покрытий: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений / М. А. Дасоян, И. Я. Пальмская, Е. В. Сахарова. - Л.: Машиностроение, 1989. - 391с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php
6	621.35 Г 171	Гальванические покрытия в машиностроении : справочник / под ред. М. А. Шлугера и Л. Д. Тока.- М.: Машиностроение, 1985 .- 248 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php
7	621.35 Г 171	Гальванические покрытия в машиностроении. В 2 т. : справочник / под ред. М. А. Шлугера .- М.: Машиностроение, 1985 .- 240 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php

8	621.35 М 482	Мельников П. С. Справочник по гальванопокрытиям в машиностроении/П.С. Мельников. – 2-е изд., перераб.и доп. - М.: Машиностроение, 1991 .- 380 с.	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php
9	621.35 М47	Мелашенко Н. Ф. Гальванические покрытия благород- ными металлами: справочник/Н.Ф.Мела щенко.–М.: Машиностроение, 1993 .- 239 с.	
10	621.35 Л 843	Лукомский Ю. Я. Гальванические и лакокрасочные покры- тия на алюминии и его сплавах : [монография]/ Ю.Я.Лукомский; Иван. гос. хим.-технол. ун-т .- Иваново: ИГХТУ, 2010 .- 240 с.	
11	620 Г 839	Грилихес С. Я. Защита металлов оксидными и фосфатными пленками /С.Я. Грилихес;под ред. П. М.Вячеславова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. ; Л. : Машгиз, 1961. - 80 с. : ил. - (Библиотечка гальва- нотехника. Вып. 9). - Библиогр. : с. 79.	
12	621.35 Г 171	Гальванотехника : справочник / под ред. А.М.Гинберга, А. Ф. Иванова, Л. Л. Кравченко. - М. : Металлургия, 1987. - 735 с.	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php

13	Скопинцев В.Д. Оксидирование алюминия и его сплавов/В.Д.Скопинцев.- М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2015.- 120 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php
----	---	---

Вопросы для самопроверки

1. Каковы свойства и назначение цинковых и кадмиевых покрытий?
2. С какой целью и как обрабатывают свежесажженные цинковые и кадмиевые покрытия?
3. Какие электролиты для цинкования и кадмирования используют на практике для замены цианистых?
4. Где находят применение оловянные и свинцовые покрытия?
5. Какие электролиты используют для лужения и свинцевания?
6. Какими свойствами обладают медные покрытия? Где они применяются?
7. Какие электролиты используют для нанесения медных покрытий? Каково назначение отдельных компонентов электролитов?
8. Почему обычные сернокислые электролиты меднения нельзя использовать для непосредственного меднения стальных изделий?
9. Каковы особенности катодного и анодного процессов при электроосаждении металлов группы железа? Как можно предотвратить пассивирование анодов?
10. Какие блескообразующие, выравнивающие и антипиттинговые добавки используют в электролитах никелирования?
11. Какие растворы и режимы осаждения применяют при химическом никелировании?
12. Какими свойствами обладают осадки хрома и каковы области их применения?
13. Каковы основные особенности процесса хромирования?
14. Какие электролиты используют для нанесения хромовых покрытий?

15. Какие аноды используют при хромировании и почему?
16. Где используют золочение и серебрение? Какие электролиты при этом используют?
17. Какие виды подготовки поверхности алюминия используют перед нанесением покрытий?
18. С какой целью производят анодирование алюминия и его сплавов?
19. Какие электролиты применяют для анодирования алюминия?
20. Какие параметры процесса фосфатирования влияют на структуру образующейся пленки?
21. В каких условиях образуются оксидно-фосфатные покрытия?
22. Какие основные компоненты должны содержать электролиты для химического осаждения металла?

1.5. Основы гальванопластики и металлизации пластмасс

В разделе рассматривают электролитическое получение металлических копий, требования к осадкам и матрицам. Следует обратить внимание на особенности подготовки поверхности металлических и неметаллических матриц перед электролитическим нанесением металла, а также на особенности электролитического осаждения металла на токопроводящий и разделительный слой.

Необходимо ознакомиться с основными технологическими операциями металлизации неметаллических материалов: подготовкой поверхности (обезжириванием, травлением), различными вариантами активирования поверхности, особенностями нанесения гальванических покрытий.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	621.35 С 718	Специальные технологии изготовления художественных изделий : гальванопластика : учеб. пособие для вузов по спец. 261001 "Технология худож. обработки материалов" /Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново : ИГХТУ, 2008. - 84 с.	
2	21.35 Е 804	Ершова Т. В. Специальные технологии изготовления художественных изделий : гальванопластика: учеб. пособие для вузов по специальности 261400 "Технология худож. обработки материалов. Специализация : металл-покрытия" /Т.В.Ершова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. -Иваново: ИГХТУ, 2011. - 48 с.	
3	621.35 С 14	Садаков Г.А. Гальванопластика/ Г.А.Садаков.-М. :Машиностроение, 1987.- 285 с.	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php
4	621.7 Ю 163	Юдина Т.Ф. Основы технологических процессов нанесения защитно-декоративных покрытий металлами и	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php

		сплавами: учеб. пособие./ Т.Ф.Юдина – Иваново: ИГХТУ, 2003. -128с.	
5	678 Ш18	Шалкаускас М. И. Химическая метализация пластмасс/ М.И.Шалкаускас.- 3-е изд., перераб. - Л.: Химия, 1985 .- 144 с	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php

Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях используют гальванопластический метод изготовления изделий?
2. Чем отличаются требования, предъявляемые к электролитическим осадкам в гальванопластике и в гальваностегии?
3. Какие методы применяют для нанесения разделительного и электропроводного слоев на модели?
4. Как осуществляют подвод тока к неметаллическим моделям?
5. Какие методы применяют для придания поверхности диэлектрика шероховатости?
6. Каково назначение операций сенсбилизации и активирования? Какие растворы используют при этом?
7. Каковы особенности электролитического осаждения металлов на диэлектрики?

1.6. Электрохимическое получение металлических порошков

Необходимо изучить области применения металлических порошковых материалов и перспективы развития производств. Следует в первую очередь обратить внимание на теоретические основы процесса: на условия, которые необходимо соблюдать при электролитическом получении на катоде металла в виде порошка или губки; на механизм образования порошков при высокой

и низкой плотностях тока; на факторы, влияющие на дисперсность и другие свойства порошков.

Рассмотреть процессы получение порошков цинка, меди, никеля; ознакомиться с методами обработки электролитических порошков для предотвращения их окисления.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	621.35 С 861	Строгая Г. М., Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Часть 2: учебное пособие/Г.М.Строгая; Иван.гос.хим.-технол.ун-т.- Иваново: ИГХТУ, 2002. - 55 с.	
2	544 П75	Прикладная электрохимия/ под ред.Н.Т.Кудрявцева. – 2 изд.- М.:Химия,1975. – 551с.	

Вопросы для самопроверки

1. Каковы области применения металлических порошков? Каково значение порошковой металлургии в технике?
2. Какими способами можно получать металлические порошки? В чем достоинства и особенности метода электролиза?
3. Как определяются свойства порошков(гранулометрический состав, химическая активность и др.)?
4. Какие условия электролиза необходимо соблюдать при получении металлических порошков?
5. Какие факторы и как влияют на размер частиц порошка?
6. При каких условиях электролиза получают медные порошки?
7. Какие условия необходимо соблюдать для получения никелевого порошка?
8. При каких условиях электролиза получают порошки цинка?

9. Охарактеризуйте операции промывки, стабилизации, сушки и хранения порошков.

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

по курсу «Электрохимические технологии, ч.1»

Вариант 1

Теоретические вопросы

1. Какое влияние на качество электролитических осадков оказывают состав электролита, концентрация ионов металла и водорода, а также режим электролиза?
2. Каков механизм процессов химического и электрохимического травления черных металлов?
3. Приведите сравнительную характеристику электролитов меднения.
4. Охарактеризуйте методы, использующиеся для придания шероховатости поверхности диэлектриков перед нанесением металлических покрытий.
5. Какие виды обработки применяют для повышения защитных свойств оксидных и фосфатных пленок?
6. Какие условия электролиза необходимо соблюдать при получении металлических порошков?

Тестовые задания

1. Выберите правильный ответ на следующий вопрос.

Число активных центров кристаллизации при увеличении поляризации процесса осаждения металла:

- а) увеличивается;
- б) остается неизменным;
- с) уменьшается.

2. Какие металлы, контактно осажденные на алюминий, имеют хорошее сцепление с основой? Выберите один или несколько ответов:

- а) железо;
- б) цинк;
- с) серебро;
- д) никель;
- е) медь;
- ж) олово

3. Укажите правильный ответ на вопрос.

Наиболее благоприятные условия для получения мелкокристаллических осадков создаются при выделении металлов из простых электролитов:

- а) верно;
- б) неверно

ЗАДАЧИ

1. Для осаждения меди из цианистого электролита использован ток переменной полярности при длительности катодного периода 15сек, анодного периода 3 сек и плотности тока катодного и анодного периодов 6 А/дм^2 . Выход по току катодных периодов составляет при таком режиме примерно 60%. Среднее напряжение на ванне 5 В.

Рассчитать: а) продолжительность осаждения меди толщиной 20мкм; б) удельный расход электроэнергии на 1 м^2 покрытия; в) выход по току в расчете на все количество затраченного электричества.

2. Для химического никелирования использован раствор одноразового действия, содержащий 20 г/л никелевого купороса и 10 г/л гипофосфита натрия (и другие компоненты). Из указанного раствора при плотности загрузки деталей 1,5 дм²/л получают покрытие средней толщины 14 мкм, состоящее из 92вес.% никеля и 8вес. % фосфора (пл.7,9 г/см³).

Каковы коэффициенты использования сульфата никеля и гипофосфита натрия, если коэффициент использования гипофосфита при химических превращениях равен 40%? Сколько водорода (приведенный объем) выделяется за один цикл из ванны химического никелирования объемом 30 л? Какова конечная концентрация гипофосфита натрия в растворе?

Вариант 2

Теоретические вопросы

1. Какие требования предъявляют к металлическим покрытиям, осаждаемым на черные металлы?
2. За счет каких процессов происходит удаление жировых загрязнений с поверхности металла при химическом и электрохимическом обезжиривании в щелочных растворах?
3. Какие электролиты используют для цинкования и кадмирования? Опишите значение отдельных компонентов, режим процессов. Как и зачем проводят обработку свежесажженных покрытий?
4. Какие способы подготовки поверхности неметаллических матриц в гальванопластике используют перед нанесением на них металлических покрытий?
5. Охарактеризуйте методы электрохимического и химического полирования металлов.
6. Какими способами получают металлические порошки? Опишите сущность и особенности методов электролиза.

Тестовые задания

1. Выберите правильный ответ на следующий вопрос.

Факторы, увеличивающие поляризацию при осаждении покрытий:

- а) не оказывают влияния на структуру осадка;
- б) способствуют образованию мелкокристаллических осадков;
- в) способствуют образованию крупнокристаллических осадков.

2. Выберите правильный ответ на следующий вопрос. Сцепление покрытия с алюминиевой основой при осаждении на шероховатую поверхность обеспечивается:

- а) за счет образования активных групп на поверхности;
- б) за счет образования химических связей между обработанной поверхностью и покрытием;
- с) за счет "анкерного" зацепления осадка в углублениях поверхности

3. Мелкокристаллический осадок образуется при следующем соотношении скоростей образования и роста зародышей кристаллов

Выберите один ответ:

- а) $V_{\text{оц}} > V_{\text{рц}}$;
- б) $V_{\text{оц}} = V_{\text{рц}}$;
- с) $V_{\text{оц}} < V_{\text{рц}}$

ЗАДАЧИ

1. В ванне хромирования нагрузкой 2500 А использован электролит, содержащий 350 г/л хромового ангидрида и 3,5 г/л серной кислоты. Ванна работает при катодной плотности тока 20 А/дм² и выходе по току 16%. Толщина получаемого слоя хрома 1,5 мкм. Время загрузки и выгрузки

подвесок с деталями 2,0 мин. Удельные потери электролита составляют 117 мл на 1 м² покрытия.

Рассчитать удельный расход хромового ангидрида (на собственно электролиз и механические потери) на 1 м² покрытия, а также часовой расход хромового ангидрида на ванну.

2. Для осаждения композиционного электролитического покрытия (КЭП) использован электролит никелирования с суспендированными частицами окиси алюминия (пл. 3,65 г/см³), в котором при плотности тока 3,0 А/дм² получают осадки КЭП, содержащие 4,5 вес. % окиси алюминия.

Рассчитать необходимое время нанесения покрытия толщин 4,0 мкм при катодном выходе по току для никеля 97%.

Вариант 3

Теоретические вопросы

1. Опишите механизм процесса электрокристаллизации металлов.
2. В чем сущность методов шлифования и полирования на механических станках и в виброустановках?
3. Проведите сравнительную характеристику электролитов хромирования.
4. Какие материалы используют для изготовления металлических и неметаллических матриц в гальванопластике? Как проводится подготовка их поверхности перед покрытием?
5. Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролитическом нанесении покрытий? Как производят расчет анодного выхода по току для металлов и сплавов?
6. Приведите механизм образования металлических порошков при высоких плотностях тока. Как объясняют образование губчатых осадков при низкой плотности тока?

Тестовые задания

1. Выберите правильный ответ на следующий вопрос.

На микровыступах $ВТ_{Me}$:

- а) больше, чем в микроуглублениях;
- б) такой же, как в микроуглублениях;
- с) меньше, чем в микроуглублениях.

2. Выберите правильный ответ на следующий вопрос. Нанесение покрытий на шероховатую поверхность алюминия:

- а) не обеспечивает надежного сцепления покрытия с основой;
- б) обеспечивает прочное сцепление покрытия с основой.

3. Укажите правильный ответ на вопрос.

При выделении из растворов простых солей металлы 1 группы образуют кристаллы размером:

- а) $10^{-4} - 10^{-5}$ см;
- б) $>10^{-4}$ см;
- с) $<10^{-6}$ см.

ЗАДАЧИ

1. За 45 мин процесса при использовании аммонийно-хлоридного электролита на детали осадилось 1,22 г сплава, содержащего 19% никеля и 81% цинка. Сила тока 1,45 А. Рассчитать выход по току для полученного цинк-никелевого сплава.
2. Анодная полировка медных и омедненных деталей осуществляется в растворе ортофосфорной кислоты при плотности тока $1,6 \text{ А/дм}^2$,

продолжительность процесса 12 мин и среднем выходе по току для растворения меди 95%.

На какую глубину подрастворится медное покрытие детали за время ее анодной полировки?

Вариант 4

Теоретические вопросы

1. Опишите факторы, влияющие на равномерность распределения тока и металла на поверхности катода. Что понимают под рассеивающей способностью электролита?
2. В чем сущность метода очистки поверхности с помощью применения ультразвука?
3. Охарактеризуйте электролиты никелирования для получения матовых, блестящих и выровненных покрытий.
4. Как производится подготовка поверхности неметаллических изделий перед нанесением электролитических покрытий.
5. Какие электролиты применяют для анодирования алюминия? Каков механизм образования оксидной пленки на алюминии?
6. Охарактеризуйте методы определения свойств порошков (гранулометрического состава, химической активности и др.).

Тестовые задания

1. Выберите один или несколько ответов на следующий вопрос.

Вторичное распределение тока зависит от:

- а) геометрических параметров электролитической ванны;
- б) электропроводности электролита;
- с) поляризуемости электрода.

2. Укажите недостатки стандартной подготовки поверхности алюминия

Выберите один или несколько ответов:

- а) низкое сцепление с основой;
- б) небольшой срок службы раствора контактного лужения;
- с) дорогие и дефицитные реактивы

3. Укажите правильный ответ на следующий вопрос.

Равновесный потенциал и потенциал разряда металлов в комплексных электролитах:

- а) сдвинуты в область положительных значений;
- б) сдвинуты в область отрицательных значений;
- с) близки к значениям этих величин в простых электролитах

ЗАДАЧИ

1. Определить выходы по току при осаждении кадмия при плотности тока 1 А/дм^2 , если скорости осаждения в мк/час были: 21,8; 22,3; 22,9; 23,4; 23,9; 24,2. Построить график зависимости толщины покрытия от выхода по току.

2. За 22,5 мин анодного травления стальных деталей при плотности тока $2,0 \text{ А/дм}^2$ (перед покрытием толстым слоем никеля) с поверхности деталей снят слой стали толщиной 6 мкм.

Какая доля анодного тока израсходована на электрохимическое растворение стали? Расчет вести на образование трехвалентного железа. Химическим растворением стали и наличием в ней углеродистой компоненты пренебречь.

Вариант 5

Теоретические вопросы

1. Для каких целей наносят металлические покрытия на черные металлы?

2. Опишите способы промывки изделий после технологических ванн, применение в промышленности. Какие из них обеспечивают наименьший расход воды?
3. Охарактеризуйте механизм и особенности технологии процесса хромирования при использовании в качестве электролита хромовой кислоты.
4. Как и для чего проводят оксидирование и фосфатирование черных металлов? Опишите механизм процессов.
5. Какие методы применяют для нанесения разделительного и токопроводящего слоев на модели в гальванопластике?
6. Как проводят операции промывки, стабилизации, сушки и хранения порошков?

Тестовые задания

1. Правильно ли утверждение о том, что скорость роста кристаллов не зависит от температуры электролиза

Выберите один ответ: а) да; б) нет.

2. Укажите основной недостаток цинкатной подготовки алюминия перед нанесением покрытий:

- а) низкое сцепление с основой;
- б) невозможность покрывать изделия из литейных сплавов;
- с) низкая коррозионная стойкость.

3. Укажите покрытия, которые будут защищать медное изделие от коррозии электрохимически.

Выберите один или несколько ответов:

- а) серебряное;
- б) оловянное;
- с) золотое;
- д) никелевое.

ЗАДАЧИ

1. Какова продолжительность электролитического осаждения слоя меди толщиной 25 мкм: а) из медно-цианистых ванн при плотности тока $3,0\text{А/дм}^2$ и выходе по току 75% и б) из медных электролитов при плотности тока $3,0\text{А/дм}^2$ и выходе по току 99%?
2. Сплав меди с сурьмой, содержащий 47 % сурьмы, анодно растворяли в течение 1 ч при силе тока 0,02 А. Найти количество меди и сурьмы, перешедшее в раствор, если на аноде протекают только процессы ионизации меди и сурьмы: $\text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}$ и $\text{Sb} = \text{Sb}^{3+} + 3\text{e}$.

Вариант 6

Теоретические вопросы

1. Какое влияние на структуру и свойства осадков оказывают органические добавки? Как объясняют механизм их действия?
2. Каково назначение операции активирования поверхности металла? В каких растворах она осуществляется?
3. Для каких целей и из каких электролитов осаждают медные покрытия?
4. Опишите факторы, влияющие на структуру фосфатной пленки.
5. Какие особенности имеет электроосаждение металлов на проводящий и разделительный слой при изготовлении металлических изделий методом гальванопластики?
6. Где применяют порошки железа? Приведите методы получения железного порошка с использованием электролиза.

Тестовые задания

1. В какой ячейке по определению РС используется неполяризующийся анод?

Выберите один ответ:

- а) в ячейке Молера;
- б) в ячейке Херинга –Блюма;
- с) в ячейке Хула;
- д) в ячейке Фильда.

2. Выберите один или несколько правильных ответов на следующий вопрос. При непосредственном способе нанесения покрытий на алюминий условия для прочного сцепления покрытий с основой создаются:

- а) за счет подбора условий электролиза;
- б) за счет подбора состава электролита;
- с) за счет предварительной подготовки поверхности.

3. Плотный мелкокристаллический осадок при выделении из растворов простых солей характерен для следующих металлов

Выберите один ответ:

- а) Cu,Zn,Bi;
- б) Ni,Co,Fe;
- с) Ag, Sn, Cd.

ЗАДАЧИ

1. Покрытие деталей свинцово-оловянным сплавом, содержащим 20% олова и 80% свинца, производится в борфтористоводородном электролите, в состав которого входят борфториды свинца и олова, борфтористоводородная кислота и столярный клей.

В процессе используются отдельные аноды – свинцовые и оловянные, выходы по току на которых равны 100% (катодный выход по току также близок к 100%). Какая доля от общей токовой нагрузки должна приходиться

на те и другие аноды, чтобы сохранить неизменность состава электролита в ходе процесса?

2. Какова продолжительность процесса электролиза при электролитическом изготовлении бесшовных медных труб с толщиной стенки 3,2 мм? Катодная плотность тока $1,4 \text{ А/дм}^2$, электролит сернокислый, выход по току близок к 100%.

Вариант 7

Теоретические вопросы

1. Какие факторы и как влияют на рассеивающую способность электролитов?
2. Как выглядит схема полной подготовки поверхности стальных изделий перед нанесением защитно-декоративных покрытий?
3. Опишите катодные и анодные процессы при электроосаждении цинка из щелочных нецианистых электролитов.
4. Опишите способы подготовки поверхности алюминия перед нанесением электрохимических покрытий.
5. Охарактеризуйте процессы изготовления матриц для прессования грампластинок, бесшовных труб и металлической фольги электролизом в гальванопластике.
6. Опишите условия получения и области применения порошка электролитической меди.

Тестовые задания

1. Выберите ответ на следующий вопрос.

Если ВТ уменьшается с повышением плотности тока, то распределение металла:

- а) более равномерно, чем вторичное распределение тока;
- б) менее равномерно, чем вторичное распределение тока;

с) совпадает с вторичным распределением тока.

2. Обычная (стандартная) подготовка алюминия и его сплавов включает следующие операции

Выберите один или несколько ответов:

- а) обезжиривания;
- б) гидридной подготовки;
- с) цинкатной подготовки;
- д) травления;
- е) осветления;
- ж) анодирования.

3. Укажите правильный ответ.

Одномерные зародыши кристаллов образуются преимущественно

- а) на чужеродных подложках;
- б) на однородных подложках.

ЗАДАЧИ

1. Электролитическое цинкование деталей осуществлялось в течение 22 мин в цианистом электролите при плотности тока $3,0 \text{ А/дм}^2$ со средним выходом по току для цинка, равным 85%. Сколько цинка осаждается на детали поверхностью $2,7 \text{ дм}^2$ за время процесса? Какова при этом средняя толщина цинкового покрытия?

2. Процесс электролитического никелирования деталей проводится в стационарной ванне при плотности тока 4 А/дм^2 с выходом по току 96%. Необходимая толщина слоя никеля на деталях – 25мкм. Напряжение на ванне

$V_B = 5$ В, падение напряжения в шинопроводе равно 10% от V_B ($K_1 = 1,1$); неэкранированная (никелируемая) поверхность подвесок составляет 5 % от поверхности навешиваемых на них деталей ($K_2 = 1,05$); обратимый брак равен примерно 1% всех никелируемых деталей ($K_3 = 0,99$).

Рассчитать: а) продолжительность процесса никелирования; б) удельный расход электроэнергии на 1 м^2 никелируемых деталей.

Вариант 8

Теоретические вопросы

1. Опишите анодный и катодный механизмы защиты изделий от коррозии с помощью покрытий.
2. Охарактеризуйте методы механической подготовки поверхности перед нанесением покрытий с защитной и специальными целями.
3. Какие электролиты применяют для осаждения на катоде сплава медь-олово? В каких случаях необходимо раздельное питание током анодов из меди и олова и как это осуществляется?
4. Опишите особенности в технологии нанесения износостойких хромовых покрытий по сравнению с защитно-декоративным хромированием.
5. Когда и с какой целью проводят непроточную промывку?
6. Какие условия электролиза следует соблюдать при получении никелевого порошка? Где находят применение никелевые порошки?

Тестовые задания

1. От какой группы факторов в основном зависит РС

Выберите один ответ:

- а) геометрические факторы;
- б) случайные факторы;
- с) электрические и электрохимические факторы.

2. Выберите правильный ответ на следующий вопрос.

Назначение операции осветления:

- а) растворение легирующих компонентов алюминиевого сплава, оставшихся на поверхности после травления;
- б) удаление тонкой окисной пленки с поверхности алюминиевого сплава.

3. К какой группе металлов при выделении из растворов простых солей относятся Sn, Ag, Pb, Hg, Cd:

- а) к первой;
- б) ко второй;
- с) к третьей.

ЗАДАЧИ

1. Какова продолжительность электролитического осаждения слоя олова толщиной 12 мкм в стационарных ваннах: а) из станнатных электролитов при катодной плотности тока $3,0 \text{ А/дм}^2$ и выходе по току 65%; б) из сернокислых электролитов при плотности тока $4,0 \text{ А/дм}^2$ и выходе по току 90%.

2. Для гальванического меднения деталей в сернокислом электролите использован ток переменной полярности с длительностью катодного периода $\tau_k = 8$ сек и анодного периода $\tau_a = 2$ сек; плотность тока катодного периода $i_k = 10 \text{ А/дм}^2$, плотность тока анодного периода $i_a = 5 \text{ А/дм}^2$. Выход по фактическому катодному току для меди $\eta = 99\%$.

Какова необходимая продолжительность процесса меднения при толщине медного покрытия 20 мкм?

Вариант 9

Теоретические вопросы

1. Какие экспериментальные методы применяют для изучения рассеивающей способности электролитов?
2. Опишите явления, происходящие с разными типами жиров в щелочном растворе и на поверхности металлов при химическом обезжиривании?
3. Опишите методы уплотнения и окрашивания оксидных пленок на алюминии? Поясните назначение этих операций.
4. Каковы основные особенности процесса покрытия черных металлов благородными металлами (серебром и золотом)?
5. Какие металлы и почему используются для нанесения токопроводящего слоя на пластмассы перед электролитическим осаждением покрытий?
6. Опишите факторы, влияющие на дисперсность порошка и выход по току металла.

Тестовые задания

1. Выберите правильный ответ на следующий вопрос.

На выступающих местах изделия толщина покрытия:

- а) ниже среднего значения по всей поверхности;
- б) выше среднего значения по всей поверхности;
- с) равна среднему значению.

2. Прочному сцеплению покрытий с алюминиевой основой препятствует

Выберите правильный ответ:

- а) химическая инертность алюминия;
- б) наличие на поверхности алюминия трудно удаляемой оксидной

пленки.

3. Перенапряжение при выделении из растворов простых солей металлов третьей группы связано

- а) одновременно с диффузионными и фазовыми ограничениями;
- б) с затруднениями при построении кристаллической решетки;
- с) с диффузионными ограничениями.

ЗАДАЧИ

1. Определить выход никеля по току, если при плотности тока $1,2 \text{ A/дм}^2$ за 43 минуты образуется слой толщиной 10 мкм. Определите толщину покрытия при тех же условиях, если бы выход по току был равен 100%.

2. Для химического меднения использован раствор следующего состава (г/л): медный купорос – 25, едкий натр – 45, формальдегид – 10 и некоторые другие компоненты. В ванне емкостью 30 л проведено три загрузки деталей $0,25 \text{ дм}^2/\text{л}$. За время процесса из ванны выделилось 19,2 л водорода. На реакцию Канницаро (реакция формальдегида со щелочью с образованием формиата натрия и метилового спирта) затрачено в 2,2 раза больше формальдегида, чем на процесс собственно меднения. Каковы конечные концентрации медного купороса, формальдегида, едкого натра и формиата натрия в ванне (без учета механических потерь раствора в ходе процесса)?

Вариант 10

Теоретические вопросы

1. Что такое микрорассеивающая способность электролита? Какая имеется связь между выравнивающей и микрорассеивающей способностями?

2. В какие травильные растворы и зачем вводят ингибиторы коррозии? Что они из себя представляют?
3. В каких случаях используют процессы двухслойного и трехслойного никелирования? Опишите электролиты для нанесения слоев никеля и механизмы защиты стали от коррозии.
4. Опишите катодные процессы при хромировании.
5. Опишите способы модификации поверхности изделий из алюминия и его сплавов перед нанесением электролитических покрытий.
6. Что происходит на поверхности диэлектрика при проведении операций сенсибилизации и активирования?
7. Объясните влияние различных факторов (плотность тока, температура, концентрация ионов металла в растворе) на размер частиц порошков металлов при электролизе.

Тестовые задания

1. Микрорассеивающая способность обычно совпадает с рассеивающей способностью в макромасштабе.

Выберите один ответ:

- а) верно;
- б) неверно.

2. Выберите правильный ответ на вопрос.
Стандартный электродный потенциал реакции $Al \leftrightarrow Al^{3+} + 3e$ составляет:

- а) -1,63 В;
- б) -0,76 В;
- с) -2,36 В.

3. Укажите правильный ответ.

Число активных центров кристаллизации при увеличении поляризации процесса осаждения металла

- а) увеличивается;
- б) остается неизменным;
- с) уменьшается.

ЗАДАЧИ

1. Определить, как изменится состав электролита и какое количество металла выделится из раствора с первоначальным составом в г/л: медный купорос – 250, серная кислота -50, на катоде поверхностью 50 дм^2 при плотности тока 2 А/дм^2 за 24 часа при электролизе с нерастворимыми анодами. Катодный выход по току 100%. Объем ванны 50 л.

2. При анодном оксидировании алюминиевой детали при плотности тока $1,2 \text{ А/дм}^2$ за 30 мин процесса получена оксидная пленка на алюминии толщиной 6 мкм с пористостью около 14%. Плотность окиси алюминия (беспористой) 385 г/см^3 . Рассчитать выход по току при оксидировании.

2. Электрохимические технологии, ч. 2

2.1. Электролитическое разложение воды

В разделе рассматривают теоретические основы процесса электролиза воды. Описывают электролиз воды под давлением, процесс получения тяжёлой воды. Изучают способы интенсификации электрохимических методов получения водорода.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	544 П75	Прикладная электрохимия / под ред. Н. Т. Кудрявцева .- Изд. 2-е, перераб. и доп. .- М.: Химия, 1975 .- 551 с.	
2	544 П 759	Прикладная электрохимия : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов / под ред. А. П. Томилова .- Изд. 3-е, перераб. .- М.: Химия, 1984 .- 520 с.	
3		Якименко Л. М. Электролиз воды / под ред. Л. М. Якименко.- М.: Химия, 1970 . – 263 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные продукты электролиза воды.
2. Растворы каких веществ используют в качестве электролитов при электролизе воды? Укажите требования к этим электролитам.
3. Какие электродные материалы используют при электролизе водных щелочных растворов?

4. Какое суммарное уравнение описывает процесс электролиза воды с получением водорода и кислорода?
5. От каких параметров процесса электролиза воды с выделением водорода и кислорода в виде газов зависит напряжение разложения на ячейке?
6. С какой целью электролиз воды проводят при повышенном давлении?

2.2. Электрохимическое производство хлора, щелочи и водорода

В разделе изучают сырье для производства хлора и щелочей, рассматривают теоретические основы электролиза растворов хлоридов. Уделяют внимание процессам электролиза с твердым катодом, ртутным катодом и фильтрующей диафрагмой. Рассматривают электролиз с ионообменной мембраной. Знакомятся с перспективами развития хлорной промышленности. Рассматривают устройство хлорных электролизеров (электролизеры с твердым катодом, ртутным катодом, ионной мембраной).

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	544 П75	Прикладная электрохимия / под ред. Н. Т. Кудрявцева .- Изд. 2-е, перераб. и доп. .- М.: Химия, 1975 .- 551 с.	
2	544 П 759	Прикладная электрохимия : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов / под ред. А. П. Томилова .- Изд. 3-е, перераб. .- М.: Химия, 1984 .- 520 с.	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php

3	Якименко Л. М. Производство водорода, кислорода, хлора и щелочей/Л.М.Якимен ко.- М.: Химия, 1981 .- 280 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php
4	Якименко Л. М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов/ Л.М. Якименко.- М.: Химия, 1974 .- 597 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные виды сырья для электролитического производства хлора и щелочей и требования, которые к ним предъявляются.
2. Какие основные процессы протекают на платинированных платиновых электродах при электролизе нейтральных концентрированных растворов хлоридов?
3. Опишите условия, которые необходимы для получения хлора, щелочи и водорода при электролизе хлористого натрия с высокими выходами по току.
4. Какие вы знаете основные методы электролитического производства хлора и используемые для этого ванны?
5. Какие требования предъявляют к анодным материалам хлорной ванны?
6. Каковы требования к катодным материалам в процессах производства хлора и щелочей?
7. Какие диафрагмы используют в хлорных ваннах?

2.3. Электрохимический синтез неорганических веществ

В разделе рассматривают электрохимический способ получения марганцовокислого калия и активированной двуокиси марганца. Знакомятся с сырьем и основами технологических процессов.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	544 П75	Прикладная электрохимия / под ред. Н. Т. Кудрявцева .- Изд. 2-е, перераб. и доп. .- М.: Химия, 1975 .- 551 с.	
2	544 П 759	Прикладная электрохимия : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов / под ред. А. П. Томилова .- Изд. 3-е, перераб. - М.: Химия, 1984 .- 520 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php
3		Фиошин М.Я. Электросинтез окислителей и восстановителей/М.Я. Фиошин, М.Г.Смирнова.- 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1981.-212 с.	http://www.galvanicus.ru/lit/books.php

Вопросы для самопроверки

1. Укажите области применения перманганата калия.
2. Какое сырье используют при получении марганцовокислого калия?
3. Какие реакции протекают на электродах при электрохимическом получении марганцовокислого калия?

4. От чего зависит выход по току при получении перманганата калия?
5. Какие электроды используют при получении KMnO_4 ?
6. Укажите области применения в производстве двуокиси марганца.
7. Опишите исходное сырье для получения MnO_2 .
8. Каким уравнением описывается процесс образования двуокиси марганца при электролизе?
9. Какие факторы влияют на выход по току при электролитическом получении MnO_2 ?

2.4. Электрохимический синтез органических веществ

Рассматривают области применения, сырье и теоретические основы промышленного метода электросинтеза тетраэтилсвинца. Изучают условия электролиза и технологическую схему процесса. Знакомятся с методом электрохимического фторирования органических соединений и его практическим применением. Рассматривают условия электролиза, технологическую схему электрохимического фторирования.

Список литературы

№ п.п.	Шифр в биб-ке ИГХТУ	Название	Электронные ресурсы
1	544 П75	Прикладная электрохимия / под ред. Н. Т. Кудрявцева .- Изд. 2-е, перераб. и доп. .- М.: Химия, 1975 .- 551 с.	
2	544 П 759	Прикладная электрохимия : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов / под ред. А. П. Томилова .- Изд. 3-е, перераб. - М.: Химия, 1984 .- 520 с.	http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php

Вопросы для самопроверки

1. Укажите недостатки химического способа получения тетраэтилсвинца.
2. Какие существуют электрохимические методы, приводящие к получению тетраэтилсвинца?
3. Опишите процесс получения тетраэтилсвинца, основанный на электролизе реактива Гриньяра.
4. Какие соединения используют в качестве растворителя при электросинтезе тетраэтилсвинца?
5. Опишите конструкцию электролизера для синтеза тетраэтилсвинца.
6. Для каких целей используют метод электрохимического фторирования?
7. Каковы особенности метода электрохимического фторирования?

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

по курсу «Электрохимические технологии, ч.2»

Вариант 1

Теоретические вопросы

1. Электрохимической системой называют...
2. Охарактеризуйте моно- и биполярные установки для электролиза воды.
3. Опишите отличительные особенности анодов и катодов электролизеров для получения перманганата калия электрохимическим и комбинированным методами. Почему в первом случае может наблюдаться пассивация анодов и какими способами ее предотвращают?
4. Из какого материала изготавливают электроды для электролиза хлоридов щелочных металлов?
5. Электролиз с твердым катодом: катодный процесс и побочные процессы.

Тестовые задания

1. Чему равен обратимый потенциал выделения кислорода в результате окисления молекул воды, рассчитанный по уравнению Нернста при температуре 25 °С?
 - a) 1,325В;
 - b) 1,23В;
 - c) 3,21В;
 - d) 0В.
2. От чего зависят направление реакций при электролизе растворов хлорида и выходы по току?
 - a) от селективности электрохимических реакций на электродах;
 - b) от химических реакций в объеме раствора;

- c) от электрохимических реакций в объеме раствора;
 - d) от селективности химических реакций в объеме раствора.
3. Какие реакции могут протекать на аноде при производстве хлора?
- a) выделение водорода;
 - b) выделение хлора;
 - c) выделение кислорода;
 - d) образование пероксида водорода.

ЗАДАЧА

В хлорном электролизере диафрагменного типа нагрузкой 22 кА за 24 часа получено $V = 5450$ л электролитической щелочи, содержащей 138 г/л NaOH. Рассчитать ВТ для щелочи.

Вариант 2

Теоретические вопросы

1. Перечислите компоненты баланса напряжения на электролизере.
2. Какой тип электродов, используемых в электролизе воды, обеспечивает более равномерный отвод газов?
3. Опишите оборудование, необходимое для электролиза хлоридов ртутным методом.
4. Опишите электрохимический и полуэлектрохимический (комбинированный) методы получения перманганата калия.
5. Опишите преимущества и недостатки диафрагменного и мембранного электролизеров.

Тестовые задания

1. Чему равен обратимый потенциал разряда ионов хлора в растворе, содержащем 4,53 моль/л NaCl при температуре 25°C?
 - a) 1,23В;

- b) 3,21В;
- c) 1,325В;
- d) 0В.

2. Что происходит с ростом плотности тока?

- a) доля тока на выделение кислорода увеличивается;
- b) доля тока на выделение кислорода уменьшается;
- c) выход хлора по току увеличивается;
- d) выход хлора по току уменьшается.

3. Что происходит с потенциалами выделения хлора при повышении температуры?

- a) увеличиваются за счет увеличения перенапряжения выделения хлора;
- b) снижаются за счет уменьшения перенапряжения выделения хлора;
- c) практически не изменяются;
- d) вначале снижаются, затем увеличиваются.

ЗАДАЧА

Щелока, выходящие из диафрагменного хлорного электролизера, должны содержать 130 г/л NaOH. Электродная плотность тока в электролизере 800 А/м²; выход по току для щелочи $\eta_T = 95\%$. Какова должна быть протекаемость рассола через диафрагму электролизера (без учета изменения объема раствора)?

Вариант 3

Теоретические вопросы

1. Опишите методы предотвращения утечек тока на электролизных установках.

2. Охарактеризуйте влияние давления на напряжение на электролизере для электролиза воды.
3. Опишите моно и биполярные электроды.
4. Сравните между собой электрохимический и полуэлектрохимический (комбинированный) методы получения перманганата калия. В чем причины различия выходов по току и значений удельного расхода электроэнергии?
5. Какие технологические условия обеспечивают получение диоксида марганца марки ЭДМ-2 электролизом раствора сульфата марганца и чем они отличаются от условий, способствующих получению ЭДМ-1?

Тестовые задания

1. Чему равен обратимый потенциал выделения водорода в растворе, содержащем хлорид натрия и едкий натр, В (относительно нормального водородного электрода)?

- a) 0В;
- b) -0,845В;
- c) 0,3В;
- d) 0,845В.

2. С целью снижения напряжения на электролизере стремятся:

- 1) уменьшить потенциал выделения кислорода;
- 2) увеличить потенциал выделения водорода;
- 3) уменьшить потенциал выделения водорода;
- 4) увеличить потенциал выделения кислорода.

3. Может ли происходить разряд ионов натрия на твердом катоде?

- a) да, может;
- b) нет, не может;
- c) может, при определенных условиях;
- d) может частично, при высоких температурах.

ЗАДАЧА

Нагрузка на фильтпрессную ванну для электролиза воды, состоящую из 180 последовательных ячеек, составляет 10 кА. Напряжение на ванне составляет около 385 В. Чистота производимого водорода $P_{H_2}=99,9\%$ (без учета паров воды), кислорода – 99,7%. Выход по току – 99,5%.

Рассчитать: а) объем насыщенных водяными парами газов, получаемых с ванны за 1 час (при давлении 760 мм рт.ст. и 20^0C ; б) удельный расход электроэнергии на $1 \text{ м}^3 \text{ H}_2$ (для приведенного объема); в) мощность потребляемой электролизером электроэнергии.

Вариант 4

Теоретические вопросы

1. Опишите материалы, из которых изготавливают электроды для электролиза воды.
2. Опишите оптимальные условия проведения электролиза раствора хлорида натрия.
3. Какую роль при получении хлората натрия электролизом хлорида натрия играют: материал анода, температура электролита, объемная плотность тока? Дайте обоснование выбора оптимальных условий электролиза.
4. Напишите методы предотвращения утечек тока на электролизных установках.
5. Опишите условия получения диоксида марганца ЭДМ-1 и ЭДМ-2.

Тестовые задания

1. Возможен ли разряд ионов натрия на ртутном катоде?
 - а) да, возможен;
 - б) нет, невозможен;
 - с) возможен, при определенных условиях;
 - д) возможен частично, при высоких температурах.

2. Какой материал используется в качестве катода в процессе разложения амальгамы натрия?

- a) платина;
- b) графит;
- c) свинец;
- d) ртуть.

3. Каким образом ионы OH^- , накапливающиеся у поверхности катода, попадают в межэлектродное пространство?

- a) в результате большой скорости ионного обмена;
- b) в результате конвекции;
- c) в результате электропереноса;
- d) в результате диффузии.

ЗАДАЧА

Перманганат калия KMnO_4 получается электролизом щелочного раствора K_2MnO_4 путем окисления иона MnO_4^{2-} на нерастворимых анодах. Анодный выход по току ВТ для KMnO_4 при таком процессе составляет примерно 50%. Какое количество электролизеров нагрузкой $I = 1400\text{A}$ необходимо установить в цехе с годовой производительностью $g = 2000\text{ т KMnO}_4$, если потери KMnO_4 при его кристаллизации составляют 5 % ($K = 0,95$), а машинное время работы ванн равно 0,9?

Вариант 5

Теоретические вопросы

1. Что ограничивает возможность дальнейшей интенсификации процесса электролиза воды?
2. Опишите графитовые и ОРТА аноды.

3. Какие преимущества и недостатки имеет метод получения хлора и щелочи в мембранном электролизере по сравнению с диафрагменным электролизером?
4. Опишите комбинированный метод производства перманганата калия.
5. Опишите конструкцию электролизера для электрохимического синтеза тетраэтилсвинца.

Тестовые задания

1. С чем связаны все побочные реакции в объеме раствора?
 - а) с растворением хлора в электролите;
 - б) сподкислением прианодной области;
 - с) с гидролизом хлора;
 - д) с подщелачиванием прикатодной области.

2. С ростом плотности тока ВТ по хлору при электролизе растворов хлоридов
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) не изменяется.

3. К чему приводит появление вблизи гипохлорит-ионов?
 - а) к химическому их взаимодействию с хлором;
 - б) к их преимущественному разряду на аноде;
 - с) к образованию хлората;
 - д) к химическому их взаимодействию с кислородом.

ЗАДАЧА

Для электрохимического обессоливания воды использован трехкамерный электролизатор, катодное пространство которого заполнено слабым

раствором NaOH, анодное пространство – слабым раствором H₂SO₄; в среднюю камеру подается обессоливаемая вода, содержащая 14 г/л соли (для простоты считать, что солевая примесь полностью состоит из Na₂SO₄).

Какую амперную нагрузку должен нести электролизатор, чтобы производить за 1 ч 20 л воды (V= 20 л), содержащей половину первоначального содержания соли?

Числа переноса: а) на границе католита и средней камеры: $n_{\text{OH}^-} = 0,82$; $n_{\text{Na}^+} = 0,18$; б) на границе анолита и средней камеры: $n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,18$; $n_{\text{H}^+} = 0,82$.

Вариант 6

Теоретические вопросы

1. Каким образом предотвращают утечки тока на электролизных установках?
2. Почему с ростом давления напряжение на электролизере для электролиза воды снижается, хотя напряжение разложения воды при этом увеличивается? Что определяет верхний предел давления, принятый для промышленных электролизеров?
3. От чего зависит оптимальность скорости циркуляции электролита (рассола) в диафрагменном хлорном электролизере?
4. Сохранит ли электрод биполярность, если в биполярном электролизере сплошной электрод заменить сетчатым? Зависит ли это от геометрических параметров сетки?
5. Опишите условия электросинтеза диоксида марганца.

Тестовые задания

1. Укажите правильные варианты ответа.

Интенсифицировать процесс получения водорода можно следующими способами:

- а) применением твердых электролитов;
- б) проведением электролиза с деполяризацией анодного процесса;
- в) повышением газонаполнения.

2. Повышение концентрации гидроксида натрия в щелоче при электролизе хлорида натрия в диафрагменном электролизере свидетельствует о том, что

- а) скорость противотока выше, чем необходимо;
- б) скорость противотока ниже необходимого значения;
- в) скорость противотока равна минимальному необходимому значению.

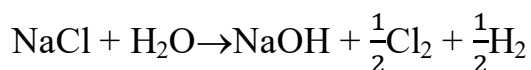
3. Чему равно число фарадеев электричества, расходуемых на каждый моль реагирующего NaCl при электролизе хлоридов с выделением на аноде хлора?

- а) $z = 1$;
- б) $z = 2$;
- в) $z = 3$;
- г) $z = 6$.

ЗАДАЧА

Каковы значения теоретического расхода электроэнергии на 1 т едкого натра и на 1 т хлора при диафрагменном способе электролиза хлорида натрия, если теоретическое напряжение разложения водного раствора NaCl равно 2,18 В?

Суммарная реакция процесса



Вариант 7

Теоретические вопросы

1. На какие компоненты баланса напряжения электролизера для

электролиза воды рост плотности тока и повышение температуры оказывает наибольшее влияние?

2. Каковы пути снижения удельного расхода электроэнергии при производстве водорода электролизом?
3. Какие условия способствуют максимальному выходу по току гипохлорита натрия при электролизе раствора хлорида натрия?
4. Какие отличительные особенности имеют аноды и катоды электролизеров для получения перманганата калия электрохимическим и комбинированным методами? Почему в первом случае может наблюдаться пассивация анодов и какими способами ее предотвращают?
5. Опишите технологическую схему получения тетраэтилсвинца.

Тестовые задания

1. Какие реакции могут протекать на твердом катоде?
 - a) разряд ионов натрия;
 - b) восстановление анионов гипохлорита;
 - c) восстановление анионов хлората;
 - d) выделение хлора.

2. Чему равно перенапряжение водорода на стальном катоде?
 - a) 0В;
 - b) 0,3 В;
 - c) 0,845 В;
 - d) 1,23 В.

3. Скорость побочных процессов, протекающих на ртутном катоде, увеличивается:
 - a) при понижении рН раствора;
 - b) при повышении температуры;
 - c) при повышении концентрации натрия в амальгаме;

d) при уменьшении концентрации натрия в амальгаме.

ЗАДАЧА

В качестве электролита в ваннах для электролиза воды использованы: а) 17%-й раствор NaOH, б) 27%-й раствор KOH. Электродная плотность тока 2000 A/m^2 . Межэлектродное расстояние 5 мм. Газонаполнение электролита 20%. Температура процесса 80°C .

Каково падение напряжения в электролите ванны (не учитывать некоторого увеличения сопротивления за счет наличия диафрагмы в межэлектродном пространстве)? Удельные электропроводности при 80°C : для раствора NaOH $\chi_1 = 1,0 \text{ Ом}^{-1} \text{ См}^{-1}$, для раствора KOH $\chi_2 = 1,28 \text{ Ом}^{-1} \text{ См}^{-1}$.

Вариант 8

Теоретические вопросы

1. Дайте обоснование выбора оптимальных условий (концентрация и температура электролита, анодная плотность тока) электролиза раствора хлорида натрия для получения хлора и щелочи.
2. О чем свидетельствует повышение концентрации гидроксида натрия в щелоче при электролизе хлорида натрия в диафрагменном электролизере? Какие меры следует при этом предпринять (вариантов ответа не менее трех)?
3. Опишите моно и биполярные электроды.
4. Опишите методы получения перманганата калия
5. Опишите получение тетраэтилсвинца методом электросинтеза

Тестовые задания

1. Чему равен обратимый потенциал выделения водорода в растворе, содержащем хлорид натрия и едкий натр, В (относительно нормального водородного электрода)?

- a) 0В;
- b) -0,845В;
- c) 0,3В;
- d) 0,845В.

2. Как можно изменить потенциал выделения водорода?

- a) в результате деполяризации катода кислородом;
- b) в результате деполяризации катода хлором;
- c) в результате гидрофобизации графитового катода полимерным соединением;
- d) активированием солями меди, серебра.

3. При повышении температуры потенциал выделения хлора на аноде в процессе электролиза растворов хлоридов

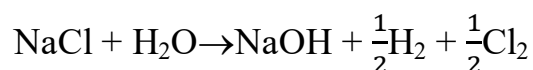
- a) становится более отрицательным;
- б) становится более положительным;
- в) не меняет своего значения.

ЗАДАЧА

Диафрагменная хлорная ванна нагрузкой $I = 20000$ А работает с выходом по току $\eta_T = 95\%$ при напряжении $V = 3,4$ В.

Какое количество джоулевого тепла выделяется за 1 ч в ванне (без учета тепла от сгорания анодов и тепла при электролизе воды)?

Теплота реакции



равна 52,9 ккал/моль NaCl (с учетом теплот растворения и разбавления).

Вариант 9

Теоретические вопросы

1. Опишите оборудование, необходимое для электролиза хлоридов ртутным методом.
2. Перечислите методы предотвращения утечек тока на электролизных установках.
3. Опишите методы получения хлора и щелочи.
4. Укажите методы снижения удельного расхода электроэнергии при производстве водорода электролизом.
5. В чем заключается полуэлектрохимический (комбинированный) метод получения перманганата калия?

Тестовые задания

1. Перенапряжение водорода на шероховатых поверхностях
 - а) меньше, чем на блестящих поверхностях;
 - б) больше, чем на блестящих поверхностях;
 - в) такое же, как на блестящих поверхностях.
2. С повышением активности ионов хлора в растворе при электролизе хлоридов, потенциал выделения хлора
 - а) сдвигается в сторону менее положительных значений;
 - б) сдвигается в сторону более положительных значений;
 - в) не меняет своего значения.
3. Наиболее приемлемыми с точки зрения величины анодных потенциалов являются аноды из следующих материалов:
 - а) титан;
 - б) платинированная платина;
 - с) платинированный титан;
 - д) оксидно-рутениевые;

е) серебро.

ЗАДАЧА

Рабочее напряжение на ванне при получении персульфата аммония равно 5 В. Сила тока равно 1000А. Выход по току ВТ для персульфата 82% (считать, что 18% тока –"ВТ"- тратится на разложение воды); температура процесса 20⁰С (такой же считать и температуру окружающей среды);

Рассчитать часовой расход охлаждающей воды в ванну для компенсации выделяющегося джоулева тепла, если начальная температура воды 10⁰С, а конечная 15⁰С.

Вариант 10

Теоретические вопросы

1. Укажите важнейшие конструкции электродов для водородных ванн, нашедшие практическое применение.
2. Опишите электрохимический способ получения тяжелой воды.
3. Опишите три производственных способа получения хлора.
4. Опишите электродные реакции при электрохимическом получении марганцовокислого калия.
5. Какие известны способы получения тетраэтилсвинца? Какие из них применяются в промышленности?

Тестовые задания

1. Электролиз воды при высоких температурах целесообразнее проводить в растворах

- а) KOH;
- б) NaOH;
- в) H₂SO₄;
- г) Na₂SO₄.

2. К побочным процессам, протекающим на ртутном катоде, следует отнести:

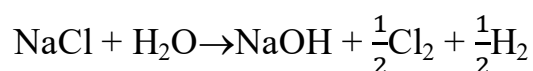
- а) выделение кислорода;
- б) образование гипохлорита натрия;
- с) выделение водорода и разложение амальгамы;
- д) образование хлората натрия.

3. Потенциал катода с ростом концентрации натрия в амальгаме:

- а) сдвигается в сторону положительных значений;
- б) сдвигается в сторону отрицательных значений;
- с) сдвигается в сторону нулевых значений;
- д) практически не изменяется.

ЗАДАЧА

Рассчитать по термодинамическим данным теоретическое напряжение разложения водного раствора NaCl при 90⁰С для электрохимического процесса в диафрагменном хлорном электролизере. Процесс сопровождается следующей реакцией



Температурный коэффициент ЭДС для электрохимической системы

$\text{H}_2 | \text{OH}^- || \text{Cl}^- | \text{Cl}_2$ равен $-0,0004 \text{ В}^{\circ}\text{С}$.

Оглавление

1. Электрохимические технологии, ч.1.	3
1.1. Введение. Электрохимические технологии в промышленности. Роль гальванотехники. Виды покрытий.....	3
1.2. Теоретические основы и закономерности осаждения металлов.....	5
1.3. Подготовка поверхности металлических изделий перед покрытием в гальваностегии.....	7
1.4. Электрохимическое нанесение покрытий.....	10
1.5. Основы гальванопластики и металлизации пластмасс.....	15
1.6. Электрохимическое получение металлических порошков.....	17
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1 по курсу «Электрохимические технологии, ч.1».....	19
2. Электрохимические технологии, ч. 2	38
2.1. Электролитическое разложение воды.....	38
2.2. Электрохимическое производство хлора, щелочи и водорода.....	39
2.3. Электрохимический синтез неорганических веществ.....	41
2.4. Электрохимический синтез органических веществ.....	42
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2 по курсу «Электрохимические технологии, ч.2».....	44

Составители:

Ершова Татьяна Вениаминовна
Шеханов Руслан Феликсович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов заочного отделения
направления «Химическая технология»
по курсу
Электрохимические технологии, ч. 1,2

Редактор В.Л.Родичева

Усл.печ.л.3,49 Уч.изд.л.3,87

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический
университет»

153000, г.Иваново, Шереметевский пр., 7