Российское и Московское химические общества
им. Д.И. Менделеева
Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева
Научный совет по электрохимии РАН
Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»
ООО «Примэкспо» (ITE Group Plc)

7-я Международная выставка и конференция

ПОКРЫТИЯ и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

17-19 марта 2010 г.

Москва
СК «Олимпийский»

УДК 621.357:504
ББК 34.663:28.081
Г-17

Г-17 7-я международная выставка и конференция
"Покрытия и обработка поверхности"
Тезисы докладов

Сборник содержит тезисы докладов, в которых рассматриваются экономические, экологические и технологические аспекты совершенствования гальванического производства и обработки поверхности, позволяющие повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции. В тезисах также приведены материалы современных научных, технологических, опытно-конструкторских и производственных разработок в области нанесения износостойких, твёрдых и коррозионностойких покрытий и экологических проблем гальванических производств.

Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников различных отраслей науки и техники, специализирующихся в области покрытий и технологии обработки поверхности.

ISBN 978-5-7237-0825-9

УДК 621.357:504
ББК 34.663:28.081

ISBN 978-5-7237-0825-9
© Оформление. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Предприятие «РАДАН» (ООО)
190103, г.Санкт-Петербург, ул. 8-я Красноармейская, 20а, лит.А (а/я 179)
т. +7 (812) 251-4917, т/ф +7 (812) 251-1348
E-mail: info@radan.su & radan2000@mail.ru

Предприятие **«РАДАН»** является инжиниринговой компанией и 19 лет специализируется на проектировании и монтаже с поставкой оборудования, проведению пусконаладочных работ и запуском в эксплуатацию:

- гальванохимических производств и производств печатных плат на отечественном или импортном оборудовании
- очистных сооружений промышленных сточных вод от гальванохимических производств, печатных плат, в том числе с полным или частичным возвратом воды в производство на повторное использование
- линий подготовки изделий под порошковые покрытия
- систем получения деминерализованной воды для любых производств

Работы выполняются при капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, новом строительстве объектов промышленности.

Возможны взаимодействия с отраслевыми (головными) проектными институтами и различными структурами по данной специализации.

Также выполняется экспертиза действующих технологических решений (существующих проектов, технических предложений и др.) по гальванохимическим производствам и очистным сооружениям. Разрабатываются Технологические регламенты (эксплуатационная документация) по гальванохимическим линиям и очистным сооружениям.

При выборе технологических решений, учитываются экологические и экономические аспекты реконструируемого предприятия, и все проблемы решаются на условиях организации гальванохимического производства и очистных сооружений, как единого комплекса. При реализации проектов используется как отечественное, так и зарубежное оборудование (Швеция, Италия, Польша, Чехия, Германия, Финляндия и т.д.), которое отвечает требованиям экологической безопасности.

Практика работы показывает, что сокращение капитальных и эксплуатационных затрат гальванохимического производства с решением вопросов экологии возможно только при его техническом перевооружении и реконструкции.

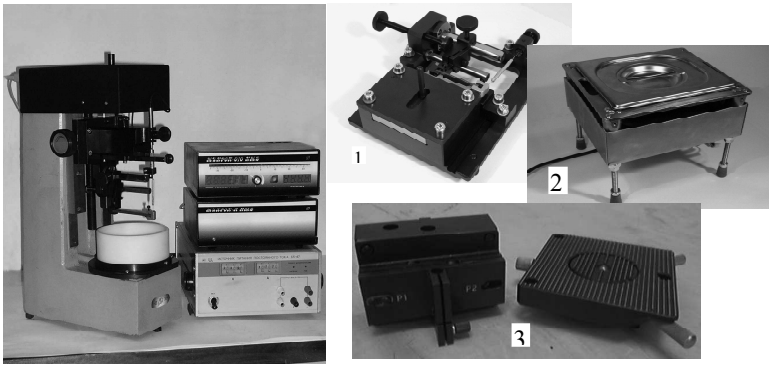
Выбор технологической схемы очистных сооружений определяется жесткими нормативными требованиями региона к качеству сбрасываемой воды. В этих случаях необходимо предусматривать схемы с частичным возвратом воды в производство. Применение бессточных схем, требующих значительных капитальных затрат, целесообразна только после предварительного сокращения расхода воды, что в свою очередь определяется использованием гальванических линий, отвечающим требованиям экологической безопасности.

Комплексный подход по организации (реконструкции) гальванохимического производства и очистных сооружений позволяет максимально снизить капиталь-ные и эксплуатационные затраты и решить экологические проблемы для предприятий различных отраслей в любом регионе.

Руководитель предприятия — Пальцев Владимир Алексеевич
Главный технолог — Мазур Валентина Алексеевна

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ОБРАЗЦАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Автоматизированная система АСБ-1 создана на базе сертифицированного прибора «Микрон КМД» и предназначена для определения остаточных напряжений (ОН) как в стандартных призматических и кольцевых образцах с прямоугольным поперечным сечением, так и на сложных образцах, вырезаемых из деталей газотурбинных двигателей (ГТД): 1. Образцах-стержнях с произвольным переменным по длине поперечным сечением и закруткой (из лопаток ГТД). 2. В образцах-стержнях с круглым поперечным сечением. 3. В образцах-кольцах и кольцевых деталях с малой и большой кривизной, а также с произвольным поперечным сечением – например, в кольцах подшипников.



1 – Приспособление для монтажа образцов;
2 – Термованна для подогрева защитного покрытия;
3 – Приспособление для поверки датчика

Модульная конструкция установки позволяет легко и быстро менять оснастку и определять ОН в различных образцах. Управляющая программа АС позволяет в многозадачном режиме управлять работой нескольких приборов одновременно. Определение ОН осуществляется методом электролитического травления с точностью до ±2 кг/мм^2. Результаты измерений и расчёта в виде деформационных кривых и эпюр ОН выводятся на экран и принтер в табличной и стандартной графической форме. В состав АСБ-1 входят: прибор с оснасткой для определения ОН и поверки измерительных датчиков, источник питания Б5-47, компьютер и лазерный принтер. При необходимости может быть поставлен весь комплекс оборудования для создания лаборатории остаточных напряжений.

ООО НАУЧНО-КОММЕРЧЕСКАЯ ФИРМА « СБК »
152912, г.Рыбинск, Ярославской обл., ул. Зои Космодемьянской, 33-33
тел./факс: (4855) 216-504, 8-9108137542, E-mail: bukaty_sa@mail.ru

ООО «СОНИС»

Современные химико-гальванические технологии

Москва, 115054, ул. Б. Пионерская, 15–1

Тел.: (495) 545-76-24, 517-46-51, (499) 272-24-08 (факс)

E-mail: bmb@sonis-co.ru

Каталог в Интернете: www.sonis-co.ru

ЦИНКОВАНИЕ

Высококлассные блескообразующие и другие добавки от ООО «СОНИС»!

Внедрение предлагаемых нами процессов цинкования даёт возможность поднять качество цинковых покрытий до уровня мировых стандартов без увеличения затрат!

Какие проблемы решит цеховой технолог с помощью процессов:

«Колцинк АЦФ-2» **Бесцианистый щелочной электролит**	**«Колсид АР-НТ»** **Аммонийно-хлоридный слабокислый электролит**
1. Цинком прокроются наиболее труднодоступные места сложнопрофилированных изделий 2. Высокоблестящие, не темнеющие со временем, непузырящиеся покрытия можно будет получать в очень широком диапазоне плотностей тока – от **0,1 до 5 А/дм²**, и температур – от **10 до 50 °С** 3. Толщину высокопластичных покрытий можно будет доводить до **30 мкм**, и подвергать их ударным нагрузкам, развальцовкам, изгибам и т.д.	1. Даже при сильном разогреве электролита **до 50 °С** качество зеркальноблестящих покрытий не ухудшится 2. Цинковать можно будет **без пригаров** на выступающих частях даже при $j \geq 5{,}5$ А/дм² 3.Шелушения покрытий не будет даже, когда их толщина достигнет **25 мкм** 4. Хроматирование улучшится 5. Пенообразование уменьшится

“Мы помогаем цеховым технологам находить оптимальные решения!”

Байзульдин Б.М.
Доц., канд. наук
Гендиректор
ООО «СОНИС

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ и ИОНОВ МЕДИ на ПРОЦЕСС ФОСФАТИРОВАНИЯ СТАЛИ

Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.

РХТУ им. Д.И. Менделеева 125047, Москва,
Миусская пл., д. 9
т. (499); 499-978-94-51; e-mail: abr-aleksey@yandex.ru

Существует несколько точек зрения на механизм ускоряющего действия никеля и меди на процесс фосфатирования. Ряд исследователей считает, что ионы никеля, как и ионы меди, осаждаясь контактно на поверхности железа, создают дополнительные микрокатодные зоны и увеличивают разность потенциалов между катодными и анодными участками поверхности, ускоряя растворение железа. Согласно другому мнению, ионы никеля, включаясь на стадии зарождения в структуру коллоидальных фосфатов, облегчают образование нерастворимых соединений, а, следовательно, ускоряют процесс образования фосфатного слоя.

Методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии получены данные о количестве металла, контактно осадившегося на стальной подложке и включившегося в фосфатный слой. Метод основан на зависимости интенсивности рентгеновской флуоресценции элемента от его концентрации в покрытии. Для пересчета значений интенсивности излучения элементов, выраженных в тысячах импульсов в секунду, в концентрации учитывалось, что покрытие на стали, сформированное в растворе КФ-7, состоит на 85% из гопеита, а на 15% из фосфофиллита. Наряду с этим учитывалось, что соотношение импульсов в секунду для различных элементов эквивалентно соотношению их концентраций, если порядковые номера этих элементов не различаются более, чем на 5 порядков (с 15 % допуском).

Удаление фосфатного слоя производилось в растворе, в котором метал, осадившийся контактно на стальную подложку, не растворялся, а фосфатный слой растворялся легко.

Исследования показали, что никель, хотя и осаждается контактно, все же преимущественно включается в фосфатный слой (75%). Установлено, что количество контактно осадившегося никеля не зависит от его концентрации в растворе, а количество никеля, включившегося в слой, тем больше, чем больше его концентрация в растворе. В отличие

от никеля большая часть меди (62%) сосредоточена на поверхности стальной подложки, в виде контактно осадившегося металла, а никель в основном включается в фосфатный слой.

Содержание никеля, включившегося в слой, растет в процессе роста массы покрытия и стабилизируется после завершения его формирования. т.е. после 2 минут фосфатирования, что согласуется с динамической кривой для этого случая. Для слоев, сформированных в присутствии ионов меди, распределение меди между подложкой и фосфатным слоем перестает изменяться после 8 минут фосфатирования, что также соответствует времени завершения формирования фосфатного слоя.

С учетом полученных результатов можно предполагать, что никель может ускорять процесс фосфатирования как за счет образования дополнительных микрокатодных участков, так и включаясь в структуру фосфатов на стадии их образования и ускоряя их кристаллизацию за счет снижения произведения растворимости в этих условиях. Последнее, по-видимому, объясняет также измельчение размеров зерен покрытия и улучшение защитных характеристик фосфатных слоев, сформированных в растворе в присутствии ионов никеля.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ с НАНЕСЕНИЕМ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ВЗАМЕН ВЫСОКОТОКСИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ФОСФАТИРОВАНИЯ и ХРОМАТИРОВАНИЯ

Акимова Е.Ф., Коровин Е.С., Меньшиков В.В.

ОАО НИИ ЛКП с ОМЗ «Виктория»,
141370, Московская обл., Сергиево-Посадский район, г.Хотьково,
Художественный проезд, д.2е,
тел. +7(495)993-00-00, 788-86-00,
факс +7(495)788-86-09 e-mail: akimova@niilkp.ru

Применяемые в настоящее время в промышленности технологические процессы подготовки поверхности металлов перед окраской удовлетворяют самым современным требованиям по качеству подготовки поверхности. Существенным недостатком традиционных процессов фосфатирования и хроматирования является экологическая опасность, энергоемкость и многостадийность.

Создание экологически безопасных, энергосберегающих и ресурсосберегающих технологических процессов подготовки поверхности возможно с разработкой принципиально новых кремнийорганических наноструктурированных покрытий. Получение наноструктурированных покрытий проводилось при обработке стандартных образцов из холоднокатаной стали марки 08пс и алюминиевого сплава АД1 в композициях на основе триалкоксисиланов (далее силанов). Предварительно образцы обезжиривались щелочным водным раствором технического моющего средства и промывались водой.

Силаны, применяемые для формирования защитного покрытия на металлической поверхности, должны гидролизоваться с образованием гидроксильной группы. Именно при взаимодействии гидроксильной группы силанов с гидроксидами металлов, присутствующих на поверхности, происходит соединение силанов с металлической поверхностью. При последующей горячей сушке протекают реакции конденсации между силанольными группами силанового раствора и гидроксидами металла подложки, в результате которой образуются прочные ковалентные связи (MOSi) на границе металл-покрытие, которые

обеспечивают превосходную адгезию силанового покрытия к металлической подложке. А функциональные группы силана ориентируются в направлении лакокрасочной пленки и образуют сильные химические связи в результате реакции с функциональными группами лакокрасочного покрытия, что способствует увеличению адгезии лакокрасочной пленки. Обработка поверхности растворами на основе силанов проводится методами погружения и струйного облива.

Полученные защитные конверсионные покрытия на стали и алюминии окрашены в голубоватый цвет с перламутовым оттенком и имеют толщину в пределах 200нм.

Основным преимуществом вышеописанных растворов в сравнении с фосфатированием является отсутствие фосфатов в рецептуре, так как фосфаты приводят к образованию шлама в виде фосфата железа и фосфата цинка в процессе фосфатирования. В данном процессе образуется на 80-90% меньше шлама, так как шлам в новом процессе состоит из коагулированной гидроокиси обрабатываемого металла, а не из применяемых химикатов, как при фосфатировании. Поскольку рабочие растворы не содержат токсичных компонентов таких как, тяжелые металлы в том числе канцерогены хром и никель, нитро-соединения, фосфаты, поэтому сокращаются затраты на процессы очистки сточных вод.

Обработка металлов в новых растворах происходит без нагрева. Сам процесс подготовки поверхности значительно сокращается: не требуется проведение таких стадий подготовки поверхности, как активация и пассивация при фосфатировании стали и деоксидация при хроматировании алюминия. Благодаря этому сокращается количество стадий обработки.

Новые конверсионные покрытия хорошо сочетаются с лакокрасочными покрытиями. Проведенные коррозионные испытания порошковых покрытий, лакокрасочных покрытий на основе традиционных органо-разбавляемых материалов и покрытий из водных катофорезных грунтов, нанесенных на стальные и алюминиевые подложки с подготовкой поверхности в силановых композициях, показали защитные и физико-механические свойства новой технологии на уровне кристаллического трикатионного цинкфосфата для стали и желтого хромата - для алюминия.

Применение новой технологии подготовки поверхности можно проводить на существующих промышленных линиях, если оборудование (насосы, ванна) стадии конверсионной обработки изготовлено из нержавеющей стали.

Разработаны две коррозионностойкие водные композиции: Силанокс-1 и Силанокс-2, а также экологичные технологические процессы подготовки поверхности стали и алюминия силановыми композициями, не уступающие по потребительским свойствам традиционным высоко токсичным процессам хроматирования и фосфатирования.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ на КОРРОЗИЮ СТАЛИ в ВОДНЫХ СРЕДАХ

Алиева К.М.

Кафедра ЮНЕСКО Кыргызского национального университета им. Ж. БАЛАСАГЫНА; г. Бишкек, ул. Фрунзе, 547, alievakm@mail.ru

Коррозию и ингибирование металла в водных средах определяют согласно представлениям о нуклеофильном замещении лигандов поверхностного комплекса (концепция комплексообразования локальной депассивации металлов) следующим образом [1]:

$$(1)\ [Me(OH)_z]_{(s)}^{-z+\sigma} + pAn^{-1} \Leftrightarrow [Me(OH)_{z-1}An_p]^{-z+\sigma 1-p+1} + OH^{-1} + \Delta_1 e^-$$

$$(2)\ [Me(OH)_{z-1}An_p]_{(s)}^{-z+\sigma 1-p+1} + pAn^{-1} \Leftrightarrow [Me(OH)_{z-2}An_{p+p}]_{(s)}^{-z+\sigma 2+2p-p} + OH^{-1} + \Delta_2 e^-$$

$$(3)\ [Me(OH)_z]_{(s)}^{-z+\sigma} + pIn \Leftrightarrow [Me(OH)_{z-1}In_p]_{(s)}$$

Такая модель позволяет прогнозировать и количественно оценивать эффективность защитного действия ингибиторов. Присутствие гидросульфид-ионов вызывает наводороживание металла, при этом проникновение водорода в металл при анодных потенциалах обнаружено в [2]. Предложены разные версии его механизма. Наиболее вероятная причина наводороживания – питтинговая коррозия. Но приоритет питтинга при наводороживании, тем не менее, – спорный. В связи с этим представляет интерес моделировать: пассивацию стали и нарушение устойчивости пассивной пленки для подтверждения прогнозируемого синергизма сероводорода, галоид-ионов и питтинга наводороживания. Эффективным ингибитором коррозии является уротропин – гексаметилентетрамин (ГМТА) [3]. Но ГМТА взаимодействует с солями железа, образуя кристаллогидраты, к примеру, [4]. Согласно предложенной концепции координационные свойства ГМТА определят его защитное действие.

Коррозионное поведение стали изучено методом снятия потенциостатических поляризационных кривых в боратно-буферном растворе (ББР; pH=7,09). Тогда полученные результаты предварительно обосновывают предполагаемый механизм анодного наводороживания металлов. Так, на классической пассивационной кривой наблюдается «осцилляция» тока допассивационного участка [5]. Эта нестационарная

пассивация, определяемая электрохимически по флуктуациям анодного тока на поляризационной кривой, объясняется формированием метастабильных оксидо, гидрооксидо-солевых поверхностных соединений. Но высокая скорость смещения потенциала сглаживает эти полиморфные переходы. Потенциал питтинга −0,100 В. Зависимость содержания в среде ионов железа от потенциала показывает симбатность поляризационной кривой. А в присутствии следов сероводорода (0,3 мМ/л) в ББР происходит наводороживание стали, питтинг образуется уже при -0,200 В. Присутствие 0,001 М ГМТА расширяет область пассивации на 200 мВ. Установлен Фладе-потенциал, равным −0,200 В, при этом в области от -0.350 до −0,200 В наблюдается гистерезис.

Этот потенциал следует рассматривать как точку бифуркации, а область потенциалов – областью неустойчивости. Это есть промежуточное состояние – бистабильность – между пассивным и активным или состояние низкоразмерного хаоса, характеризирующееся полиморфными метаморфозами. Как известно, при бистабильности возможны резкие скачки с одной устойчивой на другую (ветвь, стадию, точку и т.д.), т.е. идут полиморфные переходы метастабильных соединений пассивирующейся поверхности. При наличии в системе переменной, медленно изменяющейся во времени, и возникают релаксационные осцилляции ее параметров. И, действительно, в области от -0.350 до −0,200 В наблюдается гистерезис, характеризующий возникновение релаксационных осцилляций. Транспорт ионов и ингибиторов в приэлектродную поверхность, скорость которых обусловлена pH среды и плотностью тока, и есть процесс, сдвигающий точку бифуркации. В чистом боратно-буферном растворе возможна во времени нестационарность процесса пассивации на допассивационном участке и хлор-ион (при низких концентрациях) поддерживает эти явления осцилляции. В то время как в присутствии брома и иода нестационарная пассивация уже не наблюдается вследствие высокой растворимости этих аквасолей железа, а аквакомплекс железа $[Me(OH)_{z-1}ГМТА_p]_{(s)}$ обеспечивает и стабилизирует пассивацию поверхности.

Литература

1.Kuznetsov Yu. I. Organic inhibitors of corrosion of metals. N.Y.: Plenum Press, 1996. – 183 p.

2.Фокин М. Н., Фролова Л. В., Алиева К. М. Наводороживание углеродистой стали в минерализованных сероводородсодержащих средах при контролируемом потенциале // Защита металлов 1986 г. Т. 22. № 6. С. 982 – 983.

3.Розенфельд И.Л. Ингибиторы коррозии. М.: Химия, 1977. – 300 с.

4.Иманакунов Б.И., Исаева У., Лукина Л.И. Комплексообразование гексаметилентетрамина с хлоридом железа в разбавленных водных растворах. //Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Химия, технология редких, цветных металлов и солей» – Фрунзе: Илим, 1986.

5.Алиева К. М., Фролова Л. В., Утиров Б. У. О механизме наводороживания стали в сероводородных средах при анодных потенциалах // Вестник КГНУ серия «Естественно-технические науки». 1996 г. № 1, С. 61-60

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД НАЗНАЧЕНИЯ РЕЖИМОВ УПРОЧНЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ и МАЛОЖЁСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

Букатый А.С., Букатый С.А.

ООО Научно-коммерческая фирма «СБК»,
152912, г.Рыбинск, Ярославской обл.,
ул. Зои Космодемьянской, 33-33
тел./факс: (4855) 216-504, 8-9108137542,
E-mail: bukaty_sa@mail.ru

Для повышения надёжности и увеличения ресурса ответственных деталей в машиностроении широко используют различные методы упрочнения поверхностным пластическим деформированием (дробеструйное упрочнение микрошариками, виброгалтовка, обкатка шариком и роликом, пневмодинамическая обработка, ультрозвуковая обработка и другие). При этом в поверхностном слое деталей образуются сжимающие остаточные напряжения (ОН), которые наряду с увеличением предела выносливости часто приводят к недопустимым изменениям размеров и формы – технологическим остаточным деформациям деталей (ТОД).

Для решения указанной проблемы нами разработаны метод и технология, позволяющая на основе использования современного автоматизированного оборудования с ЧПУ и конечно-элементного анализа на высоком уровне оптимизировать процесс изготовления ответственных деталей. Оптимизация заключается в расчётном прогнозировании возможных ТОД и назначении режимов механической обработки и режимов упрочнения, обеспечивающих необходимые упрочнение и точность изготовления деталей. Данная проблема особенно актуальна при изготовлении маложёстких тонкостенных деталей (тонкостенные валы, кольца подшипников, мембраны, тонкостенные диски и лопатки ГТД).

Апробация данного метода проводилась в производственных условиях при изготовлении лопаток и дисков газотурбинных двигателей и подтвердила эффективность разработанных на его основе технологий. Для реализации этих технологий необходимы достаточно точные средства определения ОН, возникающих после обработки поверхности деталей. С

этой целью нами разработана высокоэффективная автоматизированная система АСБ-1, позволяющая снимать показания одновременно с нескольких автоматизированных приборов и осуществлять расчёт ОН в образцах сложной формы. Измерительные элементы приборов снабжены средствами для проведения периодических поверок. В состав АСБ-1 входят также компьютер, лазерный принтер и оснастка для подготовки и монтажа контролируемых образцов.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ АНОДИРОВАНИЯ при ИЗГОТОВЛЕНИИ и РЕМОНТЕ ПНЕВМОПРЯДИЛЬНЫХ КАМЕР

Ведерникова И.И., Егоров С.А.

Ивановская Государственная текстильная академия 153000, г. Иваново, пр. Ф.Энгельса, д. 21, ИГТА, кафедра технологии машиностроительного производства, тел. (4932)357867, факс (4932)415088 для ТМП, E-mail ESA@IGTA.RU

Практически для всех деталей из алюминиевых сплавов работающих под действием изнашивающих нагрузок применяют анодное оксидирование.

При нанесении гальванических покрытий на детали сложной формы, такие как пневмопрядильные камеры, имеющие тонкостенные элементы конструкций, острые выступающие кромки, возникают «прожоги» и частичное разъедание острых кромок в этих зонах.

Этот дефект имеет место вследствие того, что под действием направленного электрического тока происходит пробой анодной пленки на острие кромки и возникновение нового микрообъема анодной пленки на участие пробоя. Когда величина возникающих микрообъемов анодной пленки соизмерима с размерами конструкции, при ее росте происходит разрушение имеющейся на соседней поверхности пленки, где и возникает следующий пробой. Происходит цепная реакция, нарушающая нормальный ход процесса и приводящая к появлению брака.

Для управления толщиной анодной пленки в пряжеформирующем желобе пневмопрядильной камеры было разработано устройство для анодирования тел вращения [1, 2].

В гальваническую ванну с электролитом погружают деталь и магнитный элемент с полюсными наконечниками, а также анодную пластину. Магнитный элемент расположен внутри тела вращения и выполнен в виде кольца с полюсными наконечниками, расположенными с обеих сторон кольца, диаметры которых подбираются в зависимости от кривизны обрабатываемой поверхности.

На ионы, движущиеся в магнитном поле, действует сила Лоренца,

вызывающая их отклонение и перераспределение. Заряженная частица будет двигаться под действием двух полей: поперечного и параллельного расположению анода и катода. Ионы будут двигаться по винтовой линии, ось которой совпадает с линией магнитной индукции и отклоняться в соответствии с кривизной магнитного поля.

Магниты в магнитном элементе располагают друг относительно друга одноименными полюсами. Северный - к северному, или южный - к южному, в зависимости от заряда ионов, которые участвуют в формировании покрытия.

Сокращается время нанесения покрытия за счет того, что значительная часть выделяющегося кислорода вступает в реакцию только с теми участками поверхности, где необходимо формировать упрочненный слой.

Наряду с управляемым формированием покрытия при изготовлении пневмопрядильной камеры, появилась возможность осуществлять ремонт изношенной поверхности. Изношенное прядильное устройство подвергается электролитическому травлению для подготовки поверхности и последующему анодированию с применением управляющего элемента. Такая технология позволяет проводить ремонт камеры, что способствует появлению межремонтного срока службы. При этом не требуется полный демонтаж пневмопрядильной камеры с вала машины, а лишь неполная разборка.

Таким образом, управляя процессом формирования упрочняющего слоя при гальванической обработке удалось:

- снизить время анодирования в 1,5 раза,
- повысить долговечность пневмопрядильных камер в 2 раза,
- ввести ремонт изношенной поверхности и увеличить общий ресурс с учетом ремонтов в 8 раз.

Рекомендуется применение магнитного элемента для получения любых гальванических покрытий.

Список литературы

1. С.А.Егоров Взаимодействие текстильного волокнистого продукта с рабочими органами текстильных машин. – Иваново: ИГТА, 2005. – 152 с.

2. Устройство для анодирования тел вращения./ И.И. Ведерникова, С.А. Егоров, М.А. Свиридов//. Свидетельство на полезную модель RU №27383 U1 7 C25 D 11/04 от 13.05.02 – Бюл. №3, 27.01.03 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ КАРБИДНЫХ ФАЗ при ТЕРМОДИФФУЗИОННОМ ВАНАДИРОВАНИИ СЕРЫХ и ВЫСОКОПРОЧНЫХ ЧУГУНОВ

Веселовский А.А. , Веселовский Р.А.

Орский гуманитарно-технологический институт, филиал ГОУ ВПО Оренбургский Государственный университет. 462426 г. Орск, Оренбургская обл., ул. Челябинская, 13, E-mail A_A_VES@MAIL.RU

При диффузии ванадия в серый и высокопрочный чугуны образуются две фазы - VC и V_2C.

Математическое описание механизма формирования карбидных фаз можно осуществить, используя первый закон Фика, и закон сохранения количества вещества.

Количество ванадия, идущего на формирование карбида VC, можно определить из соотношения:

$$dx\cdot(C_1 - C_2) = dm_1 - dm_2 \qquad (1)$$

где C_1 – концентрация ванадия в диффузионном слое; C_2 – концентрация ванадия, идущая на формирование карбида V_2C; dm_1 – количество ванадия в диффузионном слое; dm_2 – количество ванадия, идущее на формирование карбида V_2C;

На основании закона Фика значения dm_1 и dm_2 можно определить по следующим зависимостям:

$$dm_1 = -D_1\cdot(dc/dx)d\tau \quad (2); \quad dm_2 = -D_2\cdot(dc/dx)d\tau \qquad (3)$$

где D_1 - коэффициент диффузии ванадия в серый или высокопрочный чугуны; D_2 - коэффициент диффузии ванадия в карбид V_2C.

Подставляя выражения (2) и (3) в (1), получим следующее:

$$dx/d\tau = [-D_1\cdot(dc/dx) + D_2\cdot(dc/dx)]/(C_1 - C_2) \qquad (4)$$

где $dx/d\tau$ - скорость смещения межфазной зоны.

Из формулы (4) видно, что при ванадировании чугунов можно увеличить количество карбидной фазы VC либо путем уменьшения коэффициента диффузии D_1, либо увеличением концентрации ванадия на поверхности детали. Второй способ является наиболее приемлемым, так как реализуется за счет подготовки поверхности упрочняемых деталей, применения повышенного содержания активатора и т.д.

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ в ВАННЕ УЛАВЛИВАНИЯ с ЭЛЕКТРОЛИЗОМ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ

Виноградов О.С., Виноградова А.В.

Пензенский Государственный университет, г. Пенза, 440026, ул. Красная, д.40, E-mail: HMS@PNZGU.RU

Использование ванны улавливания с изменённым маршрутом движения деталей (рис.1) концентрация компонентов технологического раствора в ванне улавливания растёт экспоненциально, но стремится достичь не концентрацию компонентов в технологической ванне (как при традиционном маршруте движения деталей), а половину их концентрации в технологической ванне. Следовательно, наступает такой момент, когда концентрация загрязнений в ванне улавливания, достигнув половинной концентрации компонентов технологического раствора, при дальнейшей работе не меняется. С этого момента и сколь угодно долго без смены промывной воды унос веществ из ванны улавливания остаётся постоянным и равным половинному уносу компонентов из технологической ванны. Постоянным остаётся и поступление загрязнений на очистные сооружения.

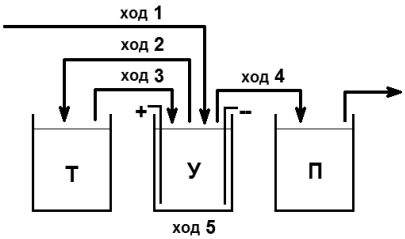


Рис. 1. Схема использования ванны улавливания с изменённым маршрутом движения деталей и электролизом промывной воды: Т – технологическая ванна, У – ванна улавливания, П – проточная ванна промывки

Для сокращения уноса компонентов технологичес-кого раствора в проточную промывную ванну необходимо снизить их концентрацию в ванне улавливания. В качестве "хода 5" на рис.1 представлен электролиз промывной воды в ванне улавливания.

Алгоритм расчёта концентрации ИТМ в ванне улавливания за один цикл её работы можно представить следующим образом.

Ход 1 – принос в ванну улавливания чистой воды из ванны

промывки, установленной после предыдущей технологической ванны.

Объём уловителя (л) $V+q\cdot s = V + q\cdot F\cdot R_л/60$.

Концентрация компонентов раствора в уловителе (г/л)

$$c_{y1}=(c_{y(n-1)}\cdot V)/(V+q\cdot s)=c_{y(n-1)}\cdot V/(V+q\cdot s)=c_{y(n-1)}\cdot V/(V+ q\cdot F\cdot R_л/60).$$

Ход 2 – унос промывной воды из ванны улавливания в технологическую ванну. Унос компонентов раствора (г) $c_{y1}\cdot q\cdot s = c_{y1}\cdot q\cdot F\cdot R_л/60$ Объём уловителя (л) V. Концентрация компонентов раствора в уловителе (г/л)

$$c_{y2}=\{c_{y1}\cdot(V+ q\cdot F\cdot R_л/60)-c_{y1}\cdot q\cdot F\cdot R_л/60\}/V = c_{y1} = c_{y(n-1)}\cdot V/(V+ q\cdot F\cdot R_л/60).$$

Ход 3 – принос технологического раствора из технологической ванны в ванну улавливания. Принос компонентов раствора (г) $c_0\cdot q\cdot s =c_0\cdot q\cdot F\cdot R_л/60$. Объём уловителя (л) $V+q\cdot s= V+ q\cdot F\cdot R_л/60$.

Концентрация компонентов раствора в уловителе (г/л)

$$c_{y3}=(c_{y2}\cdot V+c_0\cdot q\cdot F\cdot R_л/60)/ (V+ q\cdot F\cdot R_л/60) =$$
$$[c_{y(n-1)}\cdot V\cdot\{V/ (V+ q\cdot F\cdot R_л/60)\} + c_0\cdot q\cdot F\cdot R_л/60]/ (V+ q\cdot F\cdot R_л/60).$$

Ход 4 – унос промывной воды из ванны улавливания в ванну проточной промывки. Унос компонентов раствора (г) $c_{y3}\cdot q\cdot s = c_{y3}\cdot q\cdot F\cdot R_л/60$. Объём уловителя (л) V .

Концентрация компонентов раствора в уловителе (г/л)

$$c_{y4}=\{c_{y3}\cdot(V+ q\cdot F\cdot R_л/60)-c_{y3}\cdot q\cdot F\cdot R_л/60\}/V = c_{y3} =$$
$$[c_{y(n-1)}\cdot V\cdot\{V/ (V+ q\cdot F\cdot R_л/60)\} + c_0\cdot q\cdot F\cdot R_л/60]/ (V+ q\cdot F\cdot R_л/60).$$

Ход 5 – электролиз промывной воды в ванне улавливания. Выделение металла (г)

$$\Delta m = BT\cdot g\cdot I\cdot \tau/100 = [f(c_{y4})\cdot g\cdot I\cdot(R_Л- \tau_П)]/100\cdot 60 = f(c_{y4})\cdot g\cdot I\cdot(R_Л- 1{,}0)/6000$$

Концентрация металла в уловителе (г/л)

$$c_{y5}=(c_{y4}\cdot V- \Delta m)/V) =$$
$$[c_{y(n-1)}\cdot V\cdot\{V/ (V+ q\cdot F\cdot R_л/60)\} + c_0\cdot q\cdot F\cdot R_л/60]/ (V+ q\cdot F\cdot R_л/60)$$
$$- f(c_{y4})\cdot g\cdot I\cdot(R_Л- 1{,}0)/V\cdot 6000$$

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ СПЛАВАМИ МЕДЬ-НИКЕЛЬ

Виноградов С.Н., Севостьянов Н.В., Токарев Д.Д.

Пензенский Государственный университет, г. Пенза, 440026, ул. Красная, д.40, E-mail: HMS@PNZGU.RU

Гальванические меднoникелевые сплавы представляют практический интерес, как защитные и декоративные покрытия. Литейные высоконикелевые сплавы типа монель-металл применяются в химическом машиностроении, а низконикелевые типа мельхиора – в судостроении. Все они отличаются высокой стойкостью против коррозии. Гальванические покрытия такого состава также устойчивы против воздействия влаги. Благодаря своему красивому внешнему виду некоторые меднoникелевые покрытия могут заменять никелевые. Также, благодаря низкому и стабильному переходному электросопротивлению, они перспективны, как покрытия слаботочных электрических контактов.

Предложен сульфосалицилатно-аммиачный электролит для осаждения покрытий сплавом медь-никель на основе комбинации лигандов (сульфосалицилат-ион и аммиак). Данный электролит отличается рядом преимуществ по производительности и выходу по току по сравнению с эксплуатируемыми сегодня в промышленности пирофосфатными электролитами.

В настоящее время покрытия сплавами медь-никель не находят достойного применения из-за сложности их получения и малой изученности физико-механических свойств.

Изучены некоторые физико-механические свойства покрытий сплавом медь-никель, такие как микротвердость, износостойкость, шероховатость, переходное электросопротивление и внутренние напряжения.

Измеренные значения микротвердости на микротвердомере ПМТ-3, выявили криволинейную зависимость изменения микротвердости с увеличение содержания никеля. Микротвердость изменяется от 3,22ГПа для чистой меди до 9ГПа для никеля. Измеренное значение покрытия сплавом состава 16% меди составило 11,5ГПа.

Аналогичная зависимость прослеживается для износостойкости. Проведенные испытания износостойкости на установке эмитирующей

работу ламельного электрического контакта, показали, что износостойкость сплава превышает износостойкость меди, а высоконикелевый сплав по износостойкости превосходит чистый никель.

Шероховатость покрытий сплавом, в рабочей области плотностей токов, мало зависит от толщины и состава сплава и составляет 0,7 мкм по критерию Ra. При высоких плотностях катодного тока шероховатость увеличивается. Внешний вид покрытий мало зависит от шероховатости, наиболее блестящие покрытия декоративного вида осаждаются состава 30-60% меди.

Внутренние напряжения, исследованные методом гибкого катода показали, что они сильно зависят от состава сплава и изменяются от внутренних напряжений сжатия, при содержании меди в сплаве выше 60% к напряжениям растяжения. Однако они остаются сравнительно невысокими и составляют 150 – 200МПа, что сравнительно ниже, чем для чистого никеля. Покрытие сплавом медь-никель в области нулевых значений внутренних напряжений имеет блестящий глянцевый вид светлого цвета.

Сплавы медь-никель имеют низкие значения переходного электросопротивления. Измеренные значения переходных электросопротвлений покрытий сплавом колеблются в пределах 0,008 – 0,034 Ом, зависящие от нагрузки на контакт и состава сплава.

Таким образом, покрытие меднoникелевым сплавом полученные из сульфослицилатно-аммиачного электролита можно применять, как в традиционных областях защиты от коррозии и декоративных целях, так и для электрических контактов, как покрытия с низким и стабильным значением переходного электрического сопротивления и высоким значением износостойкости.

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ СОСТАВОВ РАСТВОРОВ ДЛЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ СПЛАВОВ

Винокуров Е. Г.

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева 125047 г. Москва, Россия, Миусская пл., д. 9, e-mail: vin@muctr.ru

Высокая концентрация компонентов раствора для электроосаждения металлов и сплавов приводит к существенному повышению их содержания в промывных водах, повышенному расходу реагентов при нейтрализации и т.п. Актуальным является создание методологии научно обоснованного выбора лигандов и определения предпочтительной области концентраций компонентов растворов, например, для электроосаждения сплавов. Такая методология является основой создания ресурсосберегающих технологий в гальванотехнике.

Логическая схема разработки составов растворов комплексных соединений (КС) для электроосаждения сплавов А-В может быть представлена несколькими этапами.

Первый этап – сбор необходимой для построения модели выбора лигандов [1, 2] исходной информации о различных физико-химических характеристиках, входящих в модель, а также логарифмах констант устойчивости КС ионов металлов А и В с различными лигандами ($\lg\beta^{o}_{A}$, $\lg\beta^{o}_{B}$);

Второй этап – построение для конкретной задачи вероятностно-термодинамической модели [2] и её решение для выделения предпочтительной области значений удельных логарифмов констант устойчивости КС ионов металлов А и В.

Третий этап – сравнение экспериментально установленных пар значений удельных логарифмов констант устойчивости КС ионов металлов А и В с прогнозируемой вероятностно-термодинамической моделью предпочтительной областью (Ω) значений этих величин. Если лиганды образуют с ионами металлов А и В КС, для которых пары значений принадлежат области Ω, то на основе этих КС может быть приготовлен раствор для электроосаждения сплава А-В. При наличии нескольких подходящих лигандов выбор наиболее приемлемого осуществляется на основе дополнительной информации, например, о

сырьевой базе, токсичности или стоимости компонента и др.

В ситуации, когда не удаётся удовлетворить требования по всем неравенствам модели, необходимо выработать компромиссное решение, которое обычно можно сформулировать следующим образом: рассмотреть в качестве приемлемых те комплексные соединения, для которых требования нарушаются по минимальному числу неравенств модели и др.

Четвёртый этап – для выбранных на предыдущем этапе КС строят модель определения допустимой области общих концентраций ионов металлов А и В в растворах для электроосаждения сплавов [3] и выделяют область допустимых концентраций c_B, c_A. Для последующей экспериментальной проверки выбирают из указанной области точечное решение модели и затем такую концентрацию лиганда, чтобы состав образующихся в растворе КС соответствовал прогнозируемому на этапе 3.

Пятый этап – экспериментальная проверка выводов моделей: проводят анализ катодных осадков, полученных электролизом (при разных плотностях тока) раствора, состав которого определён на этапах 3 и 4.

Шестой этап – выделение показателей качества и проведение оптимизации состава раствора (на множестве решений, полученных на четвёртом этапе) известными методами.

Разбивку исследований на этапы не следует воспринимать как некую жёсткую конструкцию. Некоторые из них могут не реализоваться в полной мере или последовательность этапов иногда может быть нарушена.

Использование описанной выше методологии, как научной основы при разработке состава раствора для электроосаждения сплавов, позволяет оптимально сочетать требования к качеству электрохимического процесса и ресурсосбережению сырья.

Применение описанной выше методологии разработки рецептов растворов для электроосаждения сплавов проиллюстрировано на примерах электроосаждения сплавов Cu-Zn, Sn-Co из растворов глюконатных КС и Cu-Co из раствора глутаматных КС ионов соответствующих металлов.

Литература

1. Винокуров Е. Г., Бондарь В. В. // Теоретич. основы химич. технол. – 2007. – Т. 41, № 4. – С. 208 – 217.

2. Винокуров Е. Г., Бондарь В. В. // Известия вузов. Химия и химич. технология. – 2009. – Т. 52, № 2. – С. 69 – 74.

3. Винокуров Е. Г. и др. // Теоретич. основы химич. технол. – 2008. – Т. 42, № 6. – С. 671 – 675.

ЭПИЛАМИРОВАНИЕ в ОБЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ в ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Вохидов А. С., Добровольский Л.О.

ООО «АВТОСТАНКОПРОМ», 190020, г. Санкт-Петербург, наб. Обводного кан.. д. 138, тел/факс: (812) 495-9856, 252-1480, e-mail: avtostankoprom@mail.ru

Систематизация и классификация способов, методов, технологий и оборудования для нанесения покрытий на поверхности и для обработки поверхностей находятся в непрестанной динамике. Это свидетельствует об эволюционном характере казалось бы узко дисциплинарного направления, в рамках которого отдельно выделяются проблемы получения наноразмерных многофункциональных покрытий (плёнок) на основе жидких композиций фторсодержащих поверхностно-активных веществ (фторПАВ), получивших обобщённое название эпиламы. Образование покрытий происходит при испарении растворителей и запуске механизма физикохимического процесса хемосорбции, что обеспечивает надёжную связь покрытия с подложкой. В настоящее время актуализируются следующие направления из всего комплекса проблем, связанных с расширением рынка потребителей эпилам и внедрения эпиламирования в техпроцессах изготовления продукции широкого спектра применения:

- расширение ряда (линейки) составов эпиламов (компоненты, рецептура, добровольная сертификация);
- способы нанесения эпиламов на поверхности (оборудование, оснастка, инструмент);
- принципиальные схемы механизмов и устройств для нанесения эпиламов на поверхности;
- технологические схемы и процессы нанесения эпиламов применительно к конкретным изделиям и производствам;
- отработка перечня контролируемых пара-метров качества поверхностей, подготовленных под эпиламирование, и средств контроля и измерения;
- отработка перечня контролируемых параметров качества собственно покрытия и средств контроля и измерения;
- сравнительный анализ (Ктр, стойкость к истиранию,

гидрофобность и др.) эпиламированных поверхностей при различных способах эпиламирования и при различных рецептурах эпиламов;

- математическое обеспечение обработки данных исследований.

В общей концепции получения наноразмерных покрытий эпиламирование сегодня переживает период ренессанса, что отрывает новые перспективы в применении апробированных многолетней практикой составов и технологий.

Накануне распада СССР в стране имелись серьёзные наработки как в части рецептуры фторПАВ и производства их в промышленных масштабах, так и в области технологий создания покрытий на их основе. Практическое применение составов не получало широкой огласки в силу специфики свойств покрытий и узкого диапазона сфер (работы специального назначения) применения. В настоящее время портфель заказов на исследования свойств плёнок (покрытий), получаемых эпиламированием, возрастает в связи с поворотом общественного сознания (особенно в среде научных, исследовательских, инженерных и производственных слоев технического сообщества) в направлении выработки адекватного ответа вызову, брошенному человечеству временем – вызову, продиктованному вступлением человеческого сообщества в эпоху Шестого технологического уклада. Ниша, занимаемая практическим применением эпиламов в общей концепции наноразмерных покрытий, сегодня переходит в стадию коммерциализации уже имеющихся проектов, один из которых проходит экспертизу в рамках отбора перспективных проектов на предмет финансирования ГК РОСНАНОТЕХ, а другие находятся в стадии перехода от протоколов о намерении к заключению договоров с крупными промышленными объединениями ряда ведомств. Многофункциональность эксплуатационных свойств указанных покрытий (снижение коэффициента трения в трибологических системах, снижение степени истирания контактирующих поверхностей, улучшение адгезионностойкости, гидрофобности, биостойкости и противодействие влияния радиации) способствуют возрастанию внимания к данным покрытиям и технологиях со стороны не только традиционных отраслей промышленности (машино- , станко- , приборостроение), но и таких отраслей, как ВПК, АПК, индустрия спорта и др.

Государственная политика в области развития нанонауки, наноиндустрии и нанообразования уже сейчас создаёт действенные предпосылки для воплощения идей, лежащих в основе проектирования технологических процессов, составляющих костяк целого ряда бизнепроектов в сфере масштабирования применения эпиламов.

ПАРАМЕТРЫ и ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛАиз ПРОМЫВНЫХ ВОД ПОСЛЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО СЕРНОКИСЛОГО КАДМИРОВАНИЯ

Давыдов А.Н., Плохов С.В., Топорищева О.Б.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24, E-mail:ANTON.DAVIDOFF@MAIL.RU

Существующие способы очистки промывных вод (ПВ) после гальванического кадмирования основаны, как правило, на одном методе, поэтому недостаточно эффективны. Вместе с тем, недавно появились работы, указывающие на перспективность совместного применения ионного обмена и электролиза для редуцирования Cu (II), Ni (II), Zn (II). В данной работе рассматриваются кинетические и технологические закономерности ионообменного и электрохимического извлечения Cd (II) из промывных вод гальванического сернокислого кадмирования, содержащих в г/л: CdO (в пересчете на металл) 0,5 – 6,0; H_2SO_4 1,5 – 17,0. Блескообразователь (Лимеда БК-10) в составах растворов отсутствовал.

Кинетические закономерности электровосстановления кадмия устанавливали с использованием вращающегося дискового электрода, методом парциальных потенциостатических поляризационных кривых, а также хронопотенциометрическим и температурно-кинетическим методом.

В результате парциальных потенциостатических исследований разряда Cd (II) установлено наличие предельного тока в области потенциалов от -0,8 до -0,9 В (н.в.э.), которая повышается с увеличением концентрации ионов Cd (II) в электролите с 1,0 до 6,0 г/л на порядок. С применением температурно-кинетического метода показало, что эффективная энергия активации электровосстановления ионов кадмия не зависит от поляризации в области предельной плотности тока и составляет 17±3 кДж/моль, что характерно для процессов, протекающих с диффузионным контролем. Графической обработкой хронопотенциограмм в координатах $j \cdot \tau^{1/2}$ от j установлена независимость величины $j \cdot \tau^{1/2}$ от j, где j – заданная плотность тока выше предельной, τ- переходное время. Это также указывает на диффузионную природу поляризации электроосаждения металла. Аналогичный вывод о природе

лимитирующей стадии следует из поляризационных измерений на вращающемся дисковом катоде. При скоростях вращения (ω) не более 1800 об/мин зависимости $j_{пр}$ от $\omega^{1/2}$ для различных постоянных электродных поляризаций имели прямолинейный характер с экстраполяцией в начало координат, что характерно для процессов с лимитирующей стадией диффузии. Более высокие значения ω переводят процесс электроосаждения кадмия в область смешанной кинетики.

Учитывая выявленные кинетических особенности электроосаждения кадмия (II) определен оптимальный режим его утилизации в виде металла: плотность тока 0,3 А/дм^2 с выходом по току 44-94 %, максимально возможная скорость протока или перемешивания раствора, остаточная концентрация Cd (II) не более 1,0 г/л, температура раствора 20 ± 5^{0}С, применение свинцовых анодов и алюминиевых катодов с соотношением площадей 1:1 – 2:1. Удельные затраты электроэнергии 1,8-2,1 кВт·ч/кг металла при межэлектродном расстоянии 2,5 см и напряжении на электролизере около 3,1 В.

ПВ после электрохимической обработки направляют на ионообменную доочистку, которая реализуется на зернистом катионите КУ-2-8 в H^+-форме. Графическим анализом динамических кривых сорбции Cd (II) в координатах -ln(1-F) – τ, где F и τ – степень и время насыщения ионита выявлено, что процесс протекает со смешанно-диффузионной кинетикой. При $F < 0,05$ лимитирующей является диффузия катионов металла в жидкой фазе, а при высоких степенях насыщения ($F > 0,8$) – в зерне катионита.

Зависимости емкости до проскока (ЕП) и обменной емкости (ОЕ) от скорости пропускания раствора и от концентрации имеют экстремальный характер. Это позволяет считать оптимальными параметрами очистки ПВ от ионов кадмия (II) следующие: содержание ионов кадмия в ПВ – 1,0 г/л; скорость пропускания вод – 0,7 м^3/(м^2·ч); регенерация катионита раствором H_2SO_4 с концентрацией 100 г/л со скоростью его пропускания 0,3-0,5 м^3/(м^2·ч) до степени регенерации не менее 90 % с получением элюатов, содержащих Cd (II) и серную кислоту в количествах не менее 3,0 и около 95,0 г/л, соответственно. ОЕ и ЕП в оптимальных условиях ведения процесса составляли 116 и 91 г/кг ионита. Полученные элюаты вновь направляют на электролиз для извлечения металлического кадмия.

Применение этой рекомендуемой схемы очистки позволяет не только извлекать металл для повторного использования, но и в несколько раз сократить водопотребление за счет перехода к непроточной системе промывки после металлизации.

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВА ХРОМ-ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕН из ЭЛЕКТРОЛИТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ХРОМ в СОЕДИНЕНИЯХ Cr(III)

Демаков А.Г., Павлов Л.Н., Реформатская И.И.*, Кудрявцев В.Н.

РХТУ им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., д.9; 125047, Москва; тел.(499)978-59-90: e-mail: gtech@muctr.ru;
**НИФХИ им. Карпова*

Электроосаждению хрома и сплавов хром-железо из электролитов на основе Cr(III) посвящено достаточно много исследований. Исследования, посвящённые электроосаждению сплава Cr-Fe-Mo из таких электролитов, нам не встречались. Целью настоящей работы явилась попытка разработать такой электролит и установить зависимость состава сплава и некоторых его свойств от состава электролита и условий электроосаждения. Исследовали 3 типа электролитов, содержащих в разных концентрациях следующие компоненты: 1. $Cr_2(SO_4)_3*6H_2O$, NH_2CH_2COOH, $FeSO_4*7H_2O$, $Na_2MoO_4*2H_2O$. 2. $KCr(SO_4)_2*12H_2O$, NH_2CH_2COOH, H_3BO_3, HCOONa, Na_2MoO_4, $FeSO_4*7H_2O$. 3. состав тот же, что и предыдущий, но Mo в электролите находится не в виде Mo (VI), а в виде Mo(III). Для приготовления такого электролита молибдат-ионы Mo(VI) химически восстанавливались до Mo(III) металлическим никелем в сильнокислой среде (для предотвращения пассивации никеля) при кипячении. Глубина восстановления молибдена до трёхвалентного состояния определялась методом окислительно-восстановительного титрования.

Исследование электроосаждения сплава из электролитов первого типа показало, что повышение температуры в интервале 20-60^{0}C и перемешивание электролита приводило к облегчению осаждения молибдена в сплав. Наилучшего качества покрытия осаждались из электролита, содержащего молибдат в количестве 7,7-15,5 г/л, при температуре 40^{0}C в интервале плотностей тока 10-25 А/дм^2. Выход по току сплава в этом электролите с увеличением плотности тока возрастал с 27 до 33%. При этом содержание молибдена в осадке мало зависело от плотности тока и составляло 0,3-0,5масс.%. Из электролитов с большим содержанием молибдена получить покрытия хорошего качества получить не удалось. В электролитах первого типа при вышеуказанных условиях были получены общие и парциальные потенциодинамические поляризационные кривые. Было установлено, что скорость осаждения железа в сплав выше, чем хрома и молибдена, причем первым начинает осаждаться железо. Парциальные поляризационные

кривые осаждения железа и хрома, полученные при всех условиях электролиза имели одинаковый наклон, т. е. одинаковую поляризуемость. При увеличении температуры и перемешивании электролита все полярзационные кривые – общая, железа, хрома, молибден и водорода сдвигаются в область менее отрицательных потенциалов, что говорит о наличии диффузионных ограничений при протекании всех процессов.

Из электролитов второго типа при всех изученных условиях осаждались покрытия не высокого качества с плохой адгезией к основе.

Осадки сплава, полученные из электролита третьего типа, содержали в своём составе никель, что связано с особенностями приготовления этого электролита. Сплав осаждали из электролитов с различным содержанием компонентов в интервале pH 2-3,5 при плотностях тока от 0,5 до 10 А/дм^2 при комнатной температуре. В табл. 1 приведены данные по составу сплава, из которых видно, что содержание молибдена в сплаве не превышает 1%. При повышении pH электролита до 3-3,5 содержание молибдена в сплаве незначительно увеличивается. При увеличении плотности тока содержание хрома и молибдена в сплаве увеличивается, а железа уменьшается.

Табл. 1. Зависимость состава сплава от плотности тока при различных значениях pH

pH	i, А/дм^2	ω(Fe),%	ω(Cr),%	ω(Mo),%	ω(Ni),%
2-2,5	2	93,1	0,7	0,4	4,9
	3	92,0	1,2	0,6	5,6
	5	87,5	4,7	0,8	5,9
	10	72,2	20,4	0,9	5,7
3-3,5	0,5	84,7	1,0	0,9	11,9
	1	84,0	2,4	1,1	11,6
	2	83,9	2,7	1,0	10,9
	3	87,5	3,7	0,9	6,4
	5	88,7	3,6	0,8	6,1

Выход по току сплава в зависимости от условий электролиза и состава электролита составлял от 15 до 60%. Лучшего качества покрытия были получены из электролита при pH 2,5, содержащего $KCr(SO_4)_2*12H_2O$ 0,25 моль/л и Na_2MoO_4 0,02 моль/л при плотностях тока от 0,5 до 5 А/дм^2 с выходом по току 32-40 %. Значение буферной ёмкости в исследованном интервале pH составляет около 0,145, что в несколько раз превышает буферную ёмкость стандартных электролитов никелирования.

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ из НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ГЛИЦИНСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Долгих О.В., Соцкая Н.В., Ву Тхи Зуен, Литвинова Е.А.

Воронежский Государственный университет
394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1;
тел. (4732)208538, E-mail: DOV@CHEM.VSU.RU

Никелевые покрытия применяют в различных отраслях промышленности благодаря наличию у них целого ряда полезных физико-химических свойств. Однако свойства осадков в значительной мере определяются их составом и структурой, которые, в свою очередь зависят от условий формирования, в частности, от анионного состава электролита. Недостатком процесса никелирования является высокая чувствительность к изменению pH раствора. Одним из перспективных способов оптимизации процесса служит использование электролитов, содержащих вещества, которые одновременно могут выступать в роли комплексообразователей и буферных добавок. Целью данной работы было исследование возможности применения низкоконцентрированных хлоридных, сульфатных и ацетатных глицинсодержащих электролитов никелирования для получения никелевых покрытий хорошего качества с заданным набором свойств.

Изучены буферные свойства исследуемых электролитов. Установлено, что максимальное буферное действие они проявляют в кислых (pH 2..3) и слабокислых (pH 4..6) средах. Наилучшим буферным действием обладают ацетатные растворы, буферная емкость которых в интервале pH 4..5 превышает таковую для стандартного электролита Уоттса более чем в 350 раз.

Проведена оценка влияния природы фонового аниона на длительность работы электролитов никелирования. В процессе осаждения покрытия контролировали pH раствора и внешний вид осадка. Опыт прекращали при достижении pH гидратообразования (pH_{hf}), о чем судили по помутнению раствора. Установлено, что срок службы исследуемых электролитов коррелирует с их буферными свойствами: pH_{hf} увеличивается при переходе от глицинатно-хлоридных растворов к глицинатно-ацетатным; увеличение концентрации глицина в растворе

до определенного предела также способствует повышению pH_{hf}.

Рассмотрено влияние, которое оказывает анионный состав электролита на закономерности процесса электроосаждения никелевых покрытий, их структуру и свойства. Установлено, что при небольшой плотности катодного тока (i = -5 мА/см^2) максимальный выход по току (ВТ) обеспечивает хлоридный электролит, а минимальный – ацетатный. Это связано с высокой поляризацией восстановления ионов никеля из ацетатных растворов. В то же время, именно в ацетатном электролите за счет его хороших буферных свойств удается получить наиболее высокий ВТ при увеличении плотности тока в 10 раз. Установлена роль природы буферных добавок в формировании морфологии поверхности. Несмотря на то, что осадки во всех случаях представляли собой практически чистый никель со следами углерода и кислорода, микрорельеф их поверхности все же различен. Так, покрытия, осажденные из хлоридного раствора, характеризуются наличием наиболее крупных сферических кластеров однородного размера с четко выраженными границами зерен. При переходе к сульфатным растворам поверхность становится более гладкой с отдельно стоящими сфероидами различного размера. На покрытиях, осажденных из ацетатного электролита, практически не прослеживается отдельных зерен, однако для них характерно присутствие трещин, указывающих на значительные внутренние напряжения.

Такое различие в морфологии осадков сказывается и на их свойствах. Нами были оценены каталитические свойства Ni-покрытий, осажденных из электролитов различного анионного состава, а также их пористость, определяющая коррозионную стойкость. В качестве модельных реакций выбраны анодное окисление гипофосфит-иона и катодное выделение водорода. Установлено, что каталитическая активность покрытий, осажденных из хлоридного электролита, крайне низка, особенно в анодном процессе. Осадки, полученные из ацетатного раствора, напротив, обнаруживают хорошие каталитические свойства, обусловленные, вероятно, наличием большого числа границ зерен, являющихся дефектами, обладающими повышенной активностью в реакциях, связанных с отщеплением протона.

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ЗЕРКАЛ КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Запотылько Н.Р., Недзвецкая А.А.

ФГУП «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха;
117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 3;
Тел.: (495)3330389. Факс: (495) 3330256;
e-mail: nealexa@mail.ru

Данная работа посвящена практической реализации метода холодного газодинамического напыления (далее – ХГН) в лазерной гироскопии, в частности, для металлизации пьезозеркал кольцевого лазерного гироскопа (рис. 1) [1]

Рис. 1. Резонатор кольцевого лазерного гироскопа с металлизацией на пьезозеркале, нанесенной методом ХГН

Суть метода состоит в нанесении на обрабатываемую поверхность порошков металлов или их смесей с помощью сверхзвуковых потоков воздуха (до скоростей 300 – 1200 м/с), нагретых до температуры 250 - 500^{0}С [2 - 4]. Использование метода ХГН в технологии изготовления датчиков лазерных гироскопов перспективно, в первую очередь, по причине металлизации зеркал непосредственно перед процессом пайки, т.е. металлизируются зеркала, уже установленные на резонатор, что ведет к осуществлению качественного паяного соединения.

Перед разработкой технологии металлизации лазерных зеркал методом ХГН мы провели исследования адгезии напыляемых покрытий к стеклу. Адгезия покрытий, нанесенных на экспериментальные образцы, была достаточно высокой и составляла 400...450 кг/см^2. Для сравнения адгезия покрытий, нанесенных на ситалл методом вакуумно-дугового напыления, составляет 100...120 кг/см^2.

Вследствие того, что размер частиц напыляемых материалов достаточно большой (~ 20 мкм), нами были выбраны порошки металлов, которые имели ограничения по толщине напыляемых слоев, а именно, в качестве подслоя алюминий, как материал, имеющий сродство к стеклу, и медь, как материал, обеспечивающий последующую пайку.

Задачи, которые надо было решить при создании рабочего места, были следующими.

1. Надежное закрепление резонатора для проведения процесса напыления.

2. Совмещение оси напыления с осью напыляемого зеркала.

3. Разработка специальных масок для создания заданного рисунка металлизации.

4. Удаление пыли в виде порошка напыляемых металлов из зоны напыления.

В результате проведения серии экспериментов была разработана технология напыления лазерных зеркал, обеспечивающая получение плотного покрытия толщиной (20 ± 10) мкм.

Разработанная технология металлизации зеркал методом ХГН позволила значительно сократить технологический цикл изготовления лазерных гироскопов, улучшить их точностные характеристики, повысить надежность и ресурс, увеличить выход годных, снизить затраты на производство резонаторов лазерных гироскопов.

Литература

1. Запотылько Н.Р. «Современные пьезокорректоры высокостабильных газовых лазеров для измерительных систем». Лазерные новости, вып. 2, 1996.

2. Клюев О.Ф., Каширин А.И., Шкодкин А.В. Технология газодинамического нанесения металлических покрытий. Часть 1. Процесс формирования покрытий. - «Сварщик», 2003, №4 (32), с.25-27.

3. Клюев О.Ф., Каширин А.И., Шкодкин А.В., Буздыгар Т.В. Технология газодинамического нанесения металлических покрытий. Часть 2. Применение покрытий. - «Сварщик», 2003, №5 (33), с.24-27.

4. Клюев О.Ф., Каширин А.И., Шкодкин А.В., Буздыгар Т.В. Технология газодинамического нанесения металлических покрытий. Часть 3. Оборудование «ДИМЕТ». - «Сварщик», 2003, №6 (34), с.25-27.

ВОПРОСЫ ГАЛЬВАНОТЕХНИКИ в СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ и СУДОРЕМОНТНОЙ ОТРАСЛИ

Ибрагимов Е.Х., Хинская О.В., Архипова Г.З., Орлова Е.А.

ОАО «ЦТСС» Адрес: 198095, Санкт-Петербург, Промышленная ул, д.7, тел 8-812-786-04-01, факс 8-812-786-04-59, E-mail: inbox@sstc.spb.ru

Гальвано-химическое производство для любого судостроительного предприятия имеет исключительно важное значение, т.к. практически все судовые трубопроводы и многие изделия корпусо-достроечной номенклатуры и судового машиностроения проходят химическую очистку от продуктов коррозии и технологических загрязнений, на которые впоследствии наносятся защитные, защитно-декоративные и специальные гальванические и химические покрытия, необходимые для работы в специфических условиях (климатические зоны от ОМ1 до ОМ5).

Анализ программ гальванопроизводства судостроительных предприятий позволил условно выделить объем работ гальванопроизводства: химическая очистка и горячее цинкование составляют 2,5 - 3,0 %; изделия с гальваническими покрытиями – от 2 до 10 % от общей массы конструкций судна; трудоемкость от общей трудоемкости судна – около 0,1 - 0, 8 % в зависимости от тоннажности судов.

Номенклатура покрытий и объем каждого вида покрытия от общей гальванической программы с учетом проектов судов программы гражданского судостроения и современной организации постройки судов представлена на диаграмме 1.

ФГУП «ЦНИИ ТС» (ныне ОАО «ЦТСС») является головным разработчиком отраслевых стандартов для судостроения и судоремонта, имеет опыт разработки принципиальных технологий ТЭО гальванического производства с применением высокоавтоматизированного оборудования отечественного и зарубежного производства на ОАО «ПСЗ Янтарь», ОАО «СЗ «Северная верфь», ОАО «Завод «Буревестник».

В настоящее время ОАО «ЦТСС» выполняются работы, определенные Федеральной целевой программой «Развитие гражданской морской техники 2009-2016 г» направленные на:

1. Разработку технических требований к защитным химическим

Диаграмма 1 - Объем и номенклатура покрытий гальванического производства

и гальваническим покрытиям и комплекта технологической документации в стандартах системы ГОСТ и ИСО с учетом всей судостроительной программы.

2.Разработку и внедрение в промышленное производство экологически безопасных, энерго- и ресурсо-сберегающих технологий обеспечивающих технические характеристики конечного продукта с покрытием на уровне международных стандартов:

- получение конверсионных покрытий - фосфатных из растворов с пониженной температурой; хромитных из растворов на основе Cr (III).

-получение покрытий электрохимическим способом -функциональное и защитно-декоративное хромирование из электролитов с пониженным содержанием хромового ангидрида и /или электролитов на основе солей Cr (III); многослойные покрытия с блескообразующими добавками; замена кадмиевых покрытий на цинковые с повышенными защитными свойствами или покрытия из цинковых сплавов; получение композиционных покрытий с введением наноуглеродных добавок различной модификации

3. Снижение экологической и производственной опасности, за счет применения малоконцентрированных электролитов, совершенствования технологий очистки сточных вод с возвратом воды в оборотный цикл, снижения выбросов в систему местной вентиляции и т.п.

4. Совершенствование организации производств за счет специализации предприятий по видам покрытий и/или создание специализированных региональных центров на базе новых или существующих верфей, оснащенных высокопроизводительным автоматизированным и безопасным оборудованием.

ПОКРЫТИЯ БЛАГОРОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ в ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ и МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Карбасов Б.Г., Устиненкова Л.Е., Жидеева М.Г.

ООО «ЭДМ-К1», 192029 Санкт-Петербург, Б.Ссмоленский пр., д.10,тел./факс (812)6771723, L.USTINENKOVA@GMAIL.COM

Благородные металлы, широко используемые в гальванотехнике, можно разделить на две группы:

1. Серебро и золото обладают высокой электро- и теплопроводностью, имеют средние значения температуры плавления и низкую твердость и износостойкость.

2. Палладий, родий и рутений характеризуются меньшей электро- и теплопроводностью, но значительно большей твердостью и износостойкостью, более высокой температурой плавления.

Металлы первой группы применяют в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую поверхностную проводимость, например, в СВЧ-технике. Золото и сплавы золота используют в качестве функциональных покрытий в малонагруженных контактах, серебро и сплавы серебра—в высоковольтных сильноточных контактах.

Область применения палладия, родия и рутения - функциональные покрытия в сильно нагруженных и подвижных контактах. Эти металлы следует наносить на золотое, серебряное или никелевое покрытие через адгезионный слой.

Прочность сцепления покрытий благородными металлами с основой, а также их пористость, во многом определяется подготовкой поверхности основы. При осаждении золота или серебра на медь и медные сплавы для получения однородной поверхности проводится активация в слабокислом растворе, содержащем комплексообразователи. При использовании цианистых растворов серебрения после активации вместо предварительного серебрения или амальгамирования проводят обработку в растворе химического (иммерсионного) серебрения, приготовленного на базе раствора активации.

При золочении или серебрении изделий из нержавеющей стали, никелевых сплавов, изделий с никелевым подслоем используют кислые (pH 0 -1) растворы адгезионного золочения или серебрения с низкой концентрацией металла (до 1 г/л) для получения тонкого (примерно 0,1

мкм) прочно сцепленного с основой промежуточного покрытия. Процесс проводят при комнатной температуре и плотностях тока 1 – 5 А/дм^2.

В качестве примера приведен технологический процесс нанесения родия на сильно нагруженные подвижные контакты из бериллиевой бронзы. Процесс включает в себя следующие операции:

- подготовка поверхности, включая меднение из цианистых электролитов;
- активация в слабокислом растворе комплексообразователя при комнатной температуре;
- химическое (иммерсионное) серебрение при температуре 40°С;
- серебрение или никелирование в традиционных растворах;
- адгезионное золочение при комнатной температуре при плотности тока 2 А/дм^2 в течение 3 мин;
- осаждение родиевого покрытия толщиной 3 мкм.

Такая технологическая схема позволяет получить прочно сцепленное с основой и промежуточным слоем беспористое покрытие с такими функциональными свойствами, как высокая коррозионностойкость, износостойкость, низкое переходное сопротивление, не меняющееся во времени.

Финишные покрытия золотом и серебром в производстве печатных плат обеспечивают надежный монтаж элементной базы и сохранение свойств паяных и сварных соединений при эксплуатации. В настоящее время в качестве финишного покрытия в основном используют технологию осаждения покрытия химический никель – иммерсионное золото (ENIG).

С целью существенного снижения стоимости покрытия была разработана технология финишного покрытия химический никель – иммерсионное серебро (ENIS), которая включает в себя три основные технологические операции:

- осаждение химического покрытия никель – фосфор толщиной не менее 4 мкм при температуре 80 – 90°С;
- активация в специальном растворе при pH 1,5, температуре 60оС в течение 5 мин;
- осаждение слоя иммерсионного серебра толщиной до 1 мкм из растворов, содержащих соль серебра (2 – 4 г/л) при pH 8,0 – 8,5, температуре 60°С.

Низкая стоимость и простота реализации процесса делает покрытие ENIS наиболее приемлемым при переходе к бессвинцовистым припоям.

Технология химический никель - иммерсионное серебро ENIS может быть рекомендовано для покрытия выводов элементной базы (резисторов, конденсаторов, светодиодов, герконов, корпусов интегральных схем и т.д.).

ТЕХНОЛОГИЯ и ОБОРУДОВАНИЕ ХРОМИРОВАНИЯ с ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ и АНОДНЫХ УСТРОЙСТВ

Ким В.Е., Васильевский В.В., Губарь В.Я.

ООО"ГальваноХром"; 195248, г.Санкт-Петербург, Уманский пер., д.71
тел. +7 (812)336-93-82;
e-mail: manager@galvanochrom.ru; www.galvanochrom.ru

В настоящее время разработаны технологический процесс и оборудование хромирования с использованием перемещения объектов электролиза (ТПОЭ): катода, анода, экранирующего или обрабатывающего устройства (хона).

Преимущество процесса заключается в использовании сравнительно небольших объемов электролита, низкомощных источников тока в сочетании с получением размерного хрома в т.ч. зеркального вида.

При освоении техпроцесса с перемещением объектов электролиза исследованы, разработаны и решены ряд технологических и конструкторских задач, вызванные специфическими особенностями технологии; а именно:

· при ведении процесса лишь часть поверхности детали подвергается периодическому химическому или электрохимическому воздействию –активации, хромированию, дохромиванию; остальная часть поверхности детали не обрабатывается и находится или в электролите или на воздухе.

В этой связи определены временные периоды прерывания процесса химического или электрохимического воздействия на деталь, обеспечивающие сцепление хрома с основой или слоев хрома между собой на уровне штатной технологии при различных режимах электролиза;

· при ведении ТПОЭ с использованием гальванохонингования установлены временные периоды между механическим воздействием на катод, которые обеспечивают получение зеркального хрома при различных режимах электролиза.

На основании экспериментальных данных высказана гипотеза о возможности холодной пластической деформации хрома при

механическом воздействии на катод в процессе кристаллизации;

· поскольку ТПОЭ протекает в условиях возмущения прикатодного пространства в т.ч. с использованием протока электролита, обосновано его ведение при интенсифицированных режимах электролиза со скоростью отложения хрома ≥ 1 мкм/мин.;

· конструктивно решены вопросы одновременного хромирования и активации различных участков детали, герметизация растворов и передача тока в условиях движущихся объектов электролиза, надежность гидравлического, электрического и электронного обеспечения оборудования.

ТПОЭ используется в основном для хромирования крупногабаритных изделий типа тел вращения: штока, валы, цилиндры внутри и снаружи, пробки шаровых кранов, валки, ролики, барабаны прокатного производства и т.п., а также значительных поверхностей плоских изделий: листы, штампы, матрицы.

В настоящее время в отечественной промышленности эксплуатируются несколько типов оборудования с перемещением объектов электролиза.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МЕДНОФТОРОПЛАСТОВОГО ПОКРЫТИЯ в УЗЛАХ ТРЕНИЯ

Клеменкова В.С. , Соболева Е.С.,
Кошель С. Г., Доброхотов В.Б.

Ярославский Государственный технический университет; 150053 г. Ярославль, Московский проспект, д.88; тел./факс 8-4852-44-08-10, es.soboleva@mail.ru

Потери энергии, расходуемой на трение, составляют от четверти до трети всей энергии, вырабатываемой человечеством. Такие отрасли экономики как промышленность, транспорт, сельское хозяйство содержат огромное количество узлов трения. Проблемы трения и износа становятся всё более актуальными в связи с бурным техническим прогрессом.

Повышение износостойкости и антифрикционных свойств деталей машин и механизмов путем нанесения электрохимических покрытий общеизвестно, и с давних пор находит широкое применение в машиностроении и приборостроении. Известно, что высокой эффективностью с триботехнической точки зрения обладают сплавы, содержащие медь. Это связано с тем, что в процессе трения медьсодержащих сплавов или в присутствии в смазочной среде соединений меди, на рабочих поверхностях зарождается пленка чистой меди, названная сервовитной пленкой, обеспечивающая низкий коэффициент трения и малый износ трущихся поверхностей. В то же время присутствие в зоне трения некоторых видов полимеров, например политетрафторэтилена (ПТФЭ), также существенно снижает коэффициент трения. В связи с этим можно предполагать, что композиционные системы, содержащие медь и фторопласт будут обладать высокими триботехническими характеристиками.

Разработанное меднофторопластовое покрытие можно наносить на элементы трущихся деталей электролизом в гальванической ванне из суспензии фторопластового концентрата в сульфатном электролите меднения. Концентрат готовится из порошка фторопласта марки Ф-40 (сополимера тетрафторэтилена с этиленом). Полимерные частицы дисперсностью 0,5-20 мкм диспергированы в присутствии ПАВ в воде. При осаждении покрытий из таких суспензий образуется

двухслойное меднофторопластовое покрытие: внутренний слой — металлическая матрица, состоящая из меди с распределенным в ней фторопластом; внешний слой — чисто фторопластовый. Полученные покрытия подвергаются термообработке при температуре 280-320°С до плавления фторопласта. Данный сополимер при нагревании «растекается» по поверхности, образуя сплошную полимерную пленку, надежно сцепленную с металлом. Такая пленка характеризуется не только химической стойкостью, но и обладает низким коэффициентом трения. Однако слой чистого фторопласта подвержен в условиях трения быстрому абразивному износу. Поэтому наибольшее значение с триботехнической точки зрения приобретает меднофторопластовой композиционный слой, сочетающий в себе достоинства, как металла, так и полимера. В связи с вышеизложенным, одной из важнейших характеристик меднофторопластового покрытия является объемная доля фторопласта в композиционном внутреннем слое. При этом можно предполагать, что возрастание объемной доли фторопласта в покрытии приведет к существенному снижению трения и износа в системе.

В зависимости от режимов электролиза и содержания полимерной фазы в используемой суспензии, можно изменять в широких пределах как объемное содержание фторопласта в матрице, так и удельную массу верхнего полимерного слоя покрытия. Так при увеличении содержания фторопласта в суспензии с 20 до 100 г/дм^3 доля последнего в покрытии увеличивается с 15 до 60 объемных %.

Возможность ведения процесса электроосаждения медно-фторопластового покрытия при различных температурах, также позволяет варьировать их составом. Повышение температуры приводит к росту количества осаждаемого осадка. Анализ содержания полимера в матрицах, полученных из суспензий с содержанием фторопласта - 100г/дм^3, говорит о постепенном увеличении доли фторопласта в покрытии в диапазоне температур 20-40^{0}С и его стабилизацией при 40-60^{0}С.

Для исследования триботехнических свойств были получены образцы меднофторопластового покрытия с содержанием полимера в матрице 60 – 65 объемных %. Проведенные испытания на трение в условиях «сухой» смазки таких образцов в контакте со сталью показали существенное уменьшение коэффициента трения по сравнению с чисто медным гальваническим покрытием. Обнаружено, что коэффициент трения в паре медное покрытие - сталь составляет около 0,4; а использование в аналогичных условиях меднофторопластового покрытия снижает этот показатель до 0,2.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ НИКЕЛЬФТОРОПЛАСТОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Клеменкова В.С. , Соболева Е.С.,
Кошель С. Г., Доброхотов В.Б.

Ярославский Государственный технический университет; 150053 г. Ярославль, Московский проспект, д.88; тел./факс 8-4852-44-08-10, es.soboleva@mail.ru

Известно, что фторопласты устойчивы к воздействию минеральных и органических кислот, щелочей, органических растворителей, окислителей и других агрессивных сред. Однако, как и большинство полимеров, они обладают достаточно невысокими прочностными характеристиками по сравнению с металлами. Композиционные металлофторопластовые покрытия могут сочетать в себе достоинства, как металлов, так и полимеров.

Целью данных исследований явилось получение композиционных гальванических никельфторопластовых покрытий из дисперсий на основе фторопластового порошка (марка Ф-40) - сополимер тетрафторэтилена с этиленом в эквимолекулярных количествах с размером частиц 0,1-2 мкм. Покрытия наносят путем электроосаждения из гальванической ванны, состоящей из сернокислого электролита никелирования, в котором диспергирован фторопластовый порошок марки Ф-40 в присутствии катионного поверхностно-активного вещества (КПАВ), которое, адсорбируясь на поверхности частиц фторопласта, придает им положительный заряд. Доля фторопласта, включающегося в покрытие, регулируется изменением состава электролита и режима нанесения и может составлять до 60% по объему. При этом в высоко агрессивных средах защитные свойства такого покрытия оказываются недостаточными, но могут быть усилены за счет электрофоретического осаждения фторопласта на подслой никельфторопластового композита. Металлофторопластовое покрытие практически не отличается по адгезии от чистого металла, нанесенного электрохимическим способом. После термообработки (оплавления) такого покрытия адгезия композиционного покрытия к металлу обеспечивается за счет электролитического никеля, а адгезия внешнего полимерного слоя к матрице - за счет фторопласта, входящего в ее состав.

Представляло интерес сравнить коррозионное поведение покрытий из чистого фторопласта, наносимого с помощью электрофореза, и комбинированного композиционного никельфторопластового. Покрытия из чистого фторопласта, несмотря на его высокую химическую стойкость в различных агрессивных средах, не могут обеспечить долговременную защиту поверхности от коррозии, т. к. в результате диффузии агрессивных компонентов эксплуатационной среды через слой полимера происходит повреждение контактной границы между металлической подложкой и фторопластом с последующим отслоением защитной пленки. Особенно быстро этот эффект проявляется в случае сочетании коррозионной активности среды с возможными механическими повреждениями покрытия.

Для оценки коррозионной стойкости многослойных покрытий был использован метод измерения их электрического сопротивления (Rп), обычно используемый для определения долговечности лакокрасочных пленок в агрессивных средах. Коррозионное поведение покрытий оценивалось в растворах концентрированных неорганических кислот. При контакте покрытия с агрессивной средой его электрическое сопротивление со временем постепенно снижается. При этом на экспериментальных зависимостях Rп от времени испытаний во всех случаях можно отметить три характерных участка: быстрое падение на начальном этапе из-за диффузионного насыщения фторопластовой пленки парами кислот, стабилизация сопротивления в результате достижения стационарности коррозионного процесса и дальнейшее снижение Rп при отслоении покрытия.

В результате проведенных исследований установлено, что защитная способность многослойных покрытий определяется не только сплошностью и толщиной внешнего слоя фторопласта, но и в не меньшей степени прочностью его сцепления с металлическим подслоем. Причем применение в качестве подслоя композиционного никельфторопластового покрытия в 2-3 раза увеличивает время до отслоения покрытия по сравнению с пленкой фторопласта, нанесенной электрофоретически на свежеосажденный слой гальванического никеля. Данный эффект связан прежде всего с существенным усложнением структуры контактной границы достигаемым за счет взаимного проникновения полимерного и металлического компонентов в композите, что приводит к увеличению прочности адгезии фторопластовой пленки. Особенно существенное различие в коррозионной устойчивости рассматриваемых покрытий наблюдается при одновременном механическом и коррозионном воздействии на них.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Кругликов С. С.

РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва; 125047, г. Москва, Миусская площадь, 9, тел. 8-916-616-96-99, факс: (495)609-29-64; E-mail: skruglikov@mail.ru

Радикальное решение проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами - создание безотходных цехов с замкнутым технологическим циклом и утилизацией отходов, содержащих тяжелые металлы. К сожалению, большие начальные затраты и последующие эксплуатационные расходы отрицательно сказываются на их рентабельности. Стоимость новых очистных сооружений или расходы на реконструкцию существующих, основанных на чисто реагентной технологии, или комбинации ее с безреагентными методами (ионный обмен, обратный осмос и различные виды фильтрации, электрофлотация и др.) исчисляется миллонами рублей даже для небольших цехов или участков. Внедрение прогрессивных схем операций промывки с целью многократного снижения расхода воды и объема сточных вод (струйная промывка над рабочей ванной, многоступенчатые каскадные системы с или без выпарных установок) неизбежно потребует полной перекомпоновки гальванических линий и, как правило, их удлинения, что не всегда возможно. Следует подчеркнуть, что при внедрении бессточных схем с питанием ванн заключительной промывки деионизованной водой и выпариванием или естественным испарением проявляется эффект полного отсутствия «обновления» рабочих растворов за счет их выноса с деталями. Это ведет к прогрессирующему накоплению различных примесей, как заносимых в рабочие ванны с деталями, так и образующимися в самой рабочей ванне в результате химических и электрохимических реакций, протекающих с участием материала деталей, анодов, паров и газов, присутствующих в атмосфере цеха. В качестве примера можно привести хроматный раствор для пассивирования оцинкованных деталей на автоматизированных подвесочных и барабанных линиях. В первом случае раствор приходится полностью заменять свежим с периодичностью от одной недели до двух месяцев из-за чрезмерного накопления продуктов реакций - ионов цинка и трехвалентного хрома. Во втором случае замена обычно не требуется,

так как концентрации этих ионов не достигают критических величин благодаря значительному уносу раствора. Создание замкнутой системы на этой операции неизбежно потребует включения в технологическую схему электрохимической регенерации хроматного раствора – удаления из него ионов цинка и анодного окисления ионов трехвалентного хрома. Аналогичный замкнутый цикл на участке хромирования должен предусматривать удаление из электролита ионов железа.

В обоих приведенных примерах самый простой и экономичный путь решения проблемы регенерации рабочего раствора – использование погружного электрохимического модуля (ПЭМ). В первом случае ПЭМ устанавливают непосредственно в ванну пассивирования для регенерации рабочего раствора, а во втором – в ванну улавливания после хромирования, из которой ПЭМ извлекает чистую хромовую кислоту в виде концентрата, возвращаемого в ванну хромирования.

Десятки предприятий в России, США и Германии в течение многих лет используют этот процесс для регенерации растворов хроматной обработки цинка, кадмия и меди и для извлечения из ванн улавливания хромовой кислоты, очищенной от ионов железа, а также ионов цинка, меди, никеля, кадмия, олова, свинца, которые затем возвращаются в ванны покрытия.

ПЭМ позволяет извлечь из ванны улавливания 95-99% ионов тяжелого металла. Таким образом, этот метод позволяет многократно снизить нагрузку на очистные сооружения – объем стоков и количество содержащихся в них соединений тяжелых металлов. Следует подчеркнуть, что использование ПЭМ не требует ни одного квадратного метра дополнительной площади. Его стоимость несопоставима со стоимостью любого другого оборудования, применяемого для регенерации и очистки растворов.

Наконец, большое значение имеет то обстоятельство, что обустройство ПЭМами участка или цеха не требует проведения проектных робот, а следовательно, нет и необходимости что-либо согласовывать.

При небольшой производственной программе гальванического цеха или участка его оснащение погружными модулями позволяет обойтись без очистных сооружений, т.е. снизить затраты на природоохранные мероприятия в десятки раз. В условиях массового производства применение ПЭМ позволяет существенно удешевить очистные сооружения, а также снизить расходы на их эксплуатацию, снизить водопотребление, количество образующихся неутилизируемых твердых отходов и расход химикатов на приготовление рабочих растворов, на их корректировку и на обезвреживание стоков.

СОЗДАНИЕ ЭКОНОМИЧНЫХ в ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Е.А.Крылов

ООО «РТС Инжиниринг»
107076 Москва ул. Атарбекова 4
тел. 964 47 48 964 47 46 факс 964 47 39
e-mail: main@rts-engineering.ru; www.rts-engineering.ru

При создании экономичных в эксплуатации, а значит и более рентабельных гальванических линий, особое внимание нами уделяется:

· Снижению водопотребления;
· Сокращению выноса ценных растворов из рабочих ванн;
· Возврату вынесенных растворов в рабочие ванны;
· Экономии электрической и тепловой энергии;
· Уменьшению занимаемой площади;
· Сокращению времени обслуживания линии.

Стремление снижения водопотребления, сокращения и возврата выноса ценных растворов вызвано в первую очередь экологическими требованиями. В большинстве регионов России действуют очень жесткие требования к ПДК в сточных водах, поэтому многие предприятия стремятся установить очистные установки с возвратом воды в технологический процесс. Такие установки очень дорогие и порой превышают стоимость гальванического оборудования в несколько раз.

Поэтому, задача снижения стоков очень актуальна, чем меньше стоков сбрасывается на очистные сооружения, тем они дешевле. Снижение водопотребления производится нами путем использования:

1. Многокаскадных и струйных промывок.
2. Дозированной подачи воды в промывные ванны.
3. Подпитки технологических ванн водой из ванн улавливания.
4. Интенсификации промывок.

Если многокаскадные промывки широко применяются для снижения водопотребления, то струйные промывки, хотя являются более экономичными, используются только для промывки простых деталей. В некоторых случаях мы используем комбинированные промывки, состоящие из проточной ванны и струйной промывки.

Дозированная подача воды в ванны промывки осуществляется

только при нахождении в них подвески и может быть организована в зависимости от площади обрабатываемой поверхности, что позволяет значительно сократить количество промывных вод.

Интенсификация промывок, проще говоря, перемешивание воды также влечет к сокращению водопотребления т.к. сокращает время промывки деталей. Для перемешивания воды в ваннах промывки используют всем известный метод воздушного перемешивания с помощью барботёров. Надо отметить, что не все фирмы поставляющие оборудование выполняют их грамотно. Необходима конструкция барботеров обеспечивающая равномерное перемешивание. Это особенно важно в процессорных ваннах с использованием блескообразующих добавок. Для более эффективного перемешивания растворов, как в промывочных ваннах, так и в процессорных нами применяется безвоздушный метод.

Сокращение выноса достигается правильным расположением деталей на подвеске, увеличением времени выдержки подвески над ванной для полного стекания раствора и использованием каплеулавливающего поддона.

Возврат вынесенного электролита из горячих рабочих ванн осуществляется путем сбора отработанной промывной воды в специальную накопительную емкость, из которой вода автоматически подается в рабочую ванну. При установке достаточного количества каскадов промывки можно создать замкнутую систему, когда потери от испарения и выноса рабочей ванны будут компенсированы промывочной водой. Когда используются рабочие ванны без нагрева возврат вынесенного электролита можно организовать установкой испарителя, из которого концентрат будет направляться в рабочую ванну, а вода в промывочные ванны.

При проектировании гальванических линий большое внимание нами уделяется экономии электро- и тепловой энергии, сокращению площадей за счет создания комбинированных линий для нескольких технологических процессов, сокращению времени обслуживания линии.

КОРРОЗИОННО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ОСАДКОВ Ni-Mo, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ АММИАЧНО-ЦИТРАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА

Кузнецов В.В., Пшеничкина Т.В., Шаталов А.С.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
125047, Москва, Миусская пл., д.9; e-mail: vitkuzn1@mail.ru

Сплавы никеля с молибденом, получаемые путем катодного восстановления, могут обладать повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с никелевыми покрытиями [1]. Тем не менее, их коррозионно-электрохимическое поведение не исследовано в достаточной степени. Для решения вопроса о целесообразности применения Ni-Mo покрытий необходимо оценить их коррозионную стойкость и защитную способность в различных коррозионных средах. В настоящей работе проведено измерение скорости коррозии Ni-Mo сплавов, полученных путем электроосаждения. Для нанесения покрытий был использован разработанный ранее аммиачно-цитратный электролит [2]. Такой выбор был обусловлен тем, что из указанного электролита получаются осадки со значительным содержанием молибдена (~30%). Кроме того, процесс электроосаждения характеризуется достаточно хорошей воспроизводимостью. Электроосаждение сплавов Ni-Mo проводили при pH 7.8, температуре 20-25^{0}C и катодной плотности тока 7.5 А/дм^2 на поверхность медных образцов. Электролиз проводили в ячейке с разделенными при помощи катионообменной мембраны МК-40 катодным и анодным пространствами.

Коррозионное поведение осадков было исследовано в 0.5 М растворе хлорида натрия и в 0.1 М растворе азотной кислоты. При проведении предварительных исследований были получены зависимости бестокового потенциала образцов с нанесенным осадком Ni-Mo от толщины покрытия, что позволило определить ту его толщину, при которой влияние медной основы становится пренебрежимо малым. Она оказалась равной 8-15 мкм (для обеих коррозионных сред). В дальнейшем все исследования были выполнены для образцов со средним значением толщины покрытия 10 мкм. Скорость коррозии измеряли методами поляризационного сопротивления (коррозиметр Эксперт-004),

гравиметрии и анализа коррозионной среды, проведенного с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (AES-ICP); определялось содержание никеля, молибдена, а также меди (соответствующей медной основе). При сопоставлении результатов этих методов оказалось, что в среде 0.5 М NaCl использование метода поляризационного сопротивления (прибор Эксперт-004) приводит к завышенным результатам скорости коррозии:

коррозионная среда	Показатель коррозии $K_п x10^3$, мм/год, измеренный методом		
	поляризационного сопротивления	анализа коррозионной среды	гравиметрии
0.5 М NaCl	102.8±5.0	38.9±1.0	21.0±1.0

Возможной причиной завышенного результата, полученного методом поляризационного сопротивления, может быть то, что в процессе электроосаждения осадки Ni-Mo в существенной степени наводораживаются. При дальнейшей выдержке полученных образцов в указанной коррозионной среде наряду с коррозионным процессом протекают сопряженные реакции ионизации абсорбированного покрытием водорода и восстановления кислорода, что приводит к уменьшению значения поляризационного сопротивления и, соответственно, к завышенному результату $K_п$. С целью проверки этого предположения был проведен обезводороживающий обжиг полученного покрытия в атмосфере аргона (t 200^0C, продолжительность 5 часов). После такой обработки скорость коррозии, измеренная при помощи прибора Эксперт-004, стала равной $24.4 \pm 2.0 x 10^{-3}$ мм/год, что сопоставимо с результатами, полученными другими методами. В то же время в среде азотной кислоты результаты, полученные всеми использованными методами, совпадали. По-видимому, этот факт объясняется химической реакцией между адсорбированным водородом и нитрат-ионами, приводящей к удалению Надс с поверхности сплава.

Общая скорость коррозии в среде хлорида натрия для образцов с нанесенным сплавом Ni-Mo оказалась в 2-3 раза меньше, чем для никелевых покрытий, полученных в аналогичных условиях, что свидетельствует о благоприятном воздействии молибдена на свойства полученных осадков. Значения показателя коррозии, полученные для Ni-Mo-сплавов в 0.1 М HNO_3, оказались в 15-20 раз ниже, чем для никелевых покрытий, которые в этой коррозионной среде совершенно нестойки.

При применении защитных Ni-Mo-покрытий ионов меди в коррозионной среде обнаружено не было в обоих случаях. Тем не

менее, значение общего показателя коррозии Ni-Mo-покрытий все-таки остается достаточно высоким, что позволяет рекомендовать их использование лишь для кратковременного контакта с коррозионной средой, либо в комбинации с другими методами защиты.

Литература

1. Гальванотехника. Справ. изд./ под ред. А.М.Гинберга и др. М.:Металлургия. 1987. С.318.

2. Кузнецов В.В., Павлов М.Р., Кузнецов К.В., Кудрявцев В.Н. // Электрохимия. 2003. Т.39. С.1494-1498.

ОСАЖДЕНИЕ СПЛАВА ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕН из АММИАЧНО-ЦИТРАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА

Кузнецов В.В., Голянин К.Е.

Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева, г. Москва, Российская Федерация; 125047, Москва, Миусская пл., д.9; 8-499-978-59-90; e-mail: vitkuzn1@mail.ru

Сплавы молибдена с металлами группы железа, получаемые методом электроосаждения, находят применение как магнитные материалы с рядом уникальных свойств, могут быть использованы как катализаторы для ряда химических и электрохимических процессов, обладают повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с индивидуальными металлами. Все это стимулирует поиск новых электролитов для их получения. В настоящей работе предпринята попытка электроосаждения сплава Fe-Mo из аммиачно-цитратного электролита.

Состав электролита для получения сплава Fe-Mo подбирали по аналогии с ранее исследованными системами, использующимися для получения сплавов Ni-Mo и Co-Mo[1,2]. Раствор содержал следующие компоненты (моль/л): $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ - 0.2, лимонная кислота - 0.28, NH_4Cl - 0.30, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ - 0.04. Состав кристаллогидратов, содержащих железо и молибден, был предварительно уточнен при помощи комплексонометрического титрования. pH электролита составлял 3.0, что существенно ниже по сравнению с растворами, применяемыми для электроосаждения сплавов Ni-Mo и Co-Mo. Такой выбор кислотности раствора был обусловлен высокой склонностью соединений Fe(III) к гидролизу: для подавления гидролитических процессов pH необходимо было понизить.

Получение покрытий проводили в гальваностатических условиях на поверхность предварительно активированных медных образцов, катодную плотность тока изменяли в интервале 3.0 - 10.0 А/дм^2. Катодное и анодное пространство* было разделено катионообменной мембраной МК – 40, что позволяло предотвратить окисление цитрат-ионов на аноде. В этих условиях были получены гладкие полублестящие осадки удовлетворительного внешнего вида. Средняя толщина полученных покрытий, оцененная гравиметрическим методом, составляла 5 мкм. По данным сканирующей электронной микроскопии (рис.1) покрытия были

ровными с очень незначительным количеством трещин. Молибден в составе осадков преимущественно присутствовал в металлическом состоянии, что подтверждается данными локального рентгеноспектрального анализа (рис.2): содержание кислорода в составе полученных покрытий существенно ниже, чем железа и никеля. Скорее всего, зафиксированное небольшое количество кислорода является результатом экспозиции полученных осадков на воздухе. Не исключено также некоторое включение гидроксосоединений железа, образующихся в прикатодном слое при электролизе, в состав осадка. Характерно также то, что количество меди, зафиксированное локальным рентгеноспектральным анализом, мало. Это свидетельствует о том, что пористость полученных осадков невелика. Полученные покрытия характеризуются равномерным распределением железа и молибдена по их поверхности.

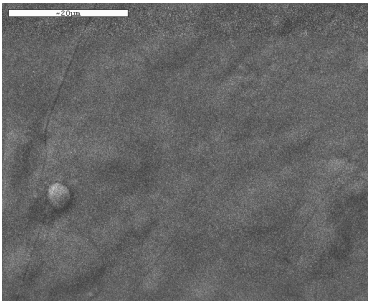


Рис.1. Морфология осадков FeMo, полученных из аммиачно-цитратного электролита

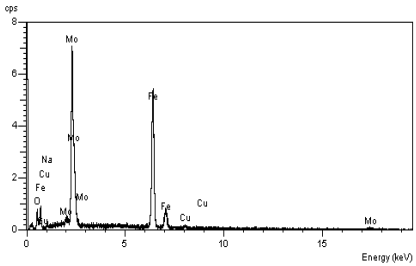


Рис.2. Данные локального рентгеноспектрального анализа покрытий FeMo

Литература

1. Кузнецов В.В., Павлов М.Р., Кузнецов К.В., Кудрявцев В.Н. // Электрохимия. 2003. Т.39. С.1494-1498.

2. Кузнецов В.В., Бондаренко З.В., Пшеничкина Т.В., Морозова Н.В., Кудрявцев В.Н. // Электрохимия. 2007. Т.43. С.367-372.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ АДГЕЗИОННЫХ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ на СТАЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

Кулюшина Н.В., Мазурова Д.В., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.

РХТУ им. Д.И. Менделеева 125047, Москва, Миусская пл., д. 9
т. (495)495-21-57; e-mail: 3436@mail.ru

В настоящее время в качестве промежуточных адгезионных слоев под лакокрасочные покрытия (ЛКП) на металлических поверхностях используют главным образом фосфатные покрытия, которые обеспечивают хорошую адгезию и коррозионную стойкость покрытия. Однако в ряде случаев применение многостадийных, достаточно сложных процессов нанесения фосфатных покрытий экономически и экологически неоправданно.

В настоящее время рядом зарубежных фирм в качестве альтернативы адгезионным фосфатным слоям предлагается наносить на металлические поверхности кремнийорганические покрытия, технология нанесения которых основана на использовании низкоконцентрированных водных растворов кремнийорганических соединений. Для формирования покрытия металлические изделия погружают в раствор кремнийорганических соединений, затем подвергают сушке при высоких температурах. Считается, что в процессе сушки происходит полимеризация силикатов и образование тонких связанных с металлической основой защитных пленок.

Составы импортных растворов и режимы формирования кремнийорганических покрытий в литературе не раскрываются, а отечественных аналогов не существует. В связи с вышеизложенным актуальна разработка отечественной импортозамещающей технологии нанесения кремнийорганических покрытий.

Исследована возможность получения кремнийорганических адгезионных покрытий на стальной поверхности под ЛКП из разбавленных растворов силикатов четвертичного аммония (СЧА), таких как силикаты тетраметил-, тетраэтил- и тетрабутиламмония.

Исследовались растворы СЧА с различным силикатным модулем

(мольное отношение диоксида кремния к оксиду четвертичного аммония) при различных концентрациях. Установлено, что защитная способность и влагостойкость покрытий практически не зависят от величины силикатного модуля и концентрации раствора СЧА. Были определены оптимальные параметры процесса: значение силикатного модуля 1, концентрация рабочего раствора СЧА 10 г/л, температура рабочего раствора 45 – 50 ^{0}С, продолжительность обработки 1 мин. Сравнительные исследования зависимости защитных свойств покрытий, полученных в растворах силикатов четвертичного аммония с различной длиной углеводородного радикала, показали, что защитная способность больше для силиката тетраметиламмония.

Показано, что с увеличением температуры сушки покрытий их защитная способность возрастает. Определен рабочий температурный интервал сушки 150 - 170^{0}С.

Была исследована возможность внедрения в состав кремнийорганического покрытия ионов церия (III), и изучено их влияние на характеристики покрытий. Установлено, что дополнительная обработка образцов с кремнийорганическим слоем в церийсодержащем растворе повышает защитную способность покрытия. Определена оптимальная концентрация ионов церия (III) в растворе последующей обработки 0,8 – 1,6 г/л.

Эллипсометрическим методом установлено, что толщина кремнийорганических и кремнийорганических церийсодержащих покрытий составляет примерно 300 нм.

С помощью циклических коррозионных испытаний показано, что разработанные кремнийорганические церийсодержащие адгезионные слои на стали в сочетании с порошковым лакокрасочным покрытием по коррозионным характеристикам удовлетворяют требованиям международного стандарта VDA-Prufblat 621-415.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Литовка Ю.В., Дьяков И.А., Кузнецова О.А.,
Ткачёв А. Г., Столяров Р.А.

Тамбовский Государственный технический университет, 392000, г.Тамбов, ул. Советская, 106,тел.(4752)-632601, факс (4752)-635522, E-mail: polychem@list.ru

Целью данной работы являлась разработка технологии получения модифицированных наноуглеродным материалом «Таунит» композиционных никелевых и хромовых гальванических покрытий и изучение их свойств.

Углеродные нанотрубки (УНТ) «Таунит» представляют собой длинные полые волокна, состоящие из графеновых слоёв фуллерено-подобной конструкции. Количество графеновых слоёв не более 30, диаметр от 10 до 60 нанометров и длина не менее 2 мкм. При этом количество структурированного углерода в материале «Таунит» не менее 95%. Производятся в ООО «НаноТехЦентр», г.Тамбов, в про-мышленных количествах.

Исследования ведутся по следующим направлениям: 1) формирование технологии получения наномодифицированных гальваниче-ских покрытий; 2) изучение свойств полученных покрытий; 3) поиск концентраций УНТ «Таунит» в электролите, при которых достигаются наилучшие качественные показатели гальванопокрытий; 4) выявление механизма влияния наноуглерода на качественные характеристики покрытий.

Основной задачей первого направления является выявление способов диспергирования агломератов нанотрубок и равномерного их распределения в объёме электролита. Для решения этих задач ис-пользуется диспергирование наноуглерода в мельнице и в вальцах; просеивание его через сито; обработка ультразвуком электролита после добавления в него наноуглерода; использование поверхностно-активных веществ. В результате удалось добиться диспергирования агломератов до размеров не более 5 мкм и достаточно равномерного распределения наноматериала и его агломератов в электролите (что изучено на приборе MicroSizer 201c).

Процессы нанесения покрытия осуществлялись на лабораторной установке из электролита никелирования Уоттса и стандартного электролита хромирования с добавлением углеродного наноматериала

«Таунит» от 1 до 1000 мг/л.

После получения наномодифицированных покрытий изучались такие их качественные показатели, как микротвёрдость, пористость, неравномерность распределения покрытия по поверхности детали. Было выявлено улучшение всех исследованных свойств. Микротвёрдость увеличилась в 1,5 – 3 раза. Количество пор в наномодифицированном покрытии уменьшается в десятки раз, вплоть до их полного отсутствия. Как следствие, наномодифицированное покрытие имеет лучшую коррозионную стойкость. Добавление УНТ «Таунит» в рас-твор электролита приводит к существенному уменьшению неравно-мерности распределения покрытия по поверхности детали.

Для выявления механизма влияния наноуглерода на качествен-ные характеристики покрытий проводятся исследования с использо-ванием атомно-силового микроскопа NT MDT Integra Spectra. Полу-ченная информация позволяет сделать вывод, что при внесении в электролит УНТ «Таунит» меняется кристаллическая структура галь-ванического покрытия – возникают многочисленные центры кристал-лизации, вокруг которых формируется мелкокристаллическая струк-тура (рис.1).

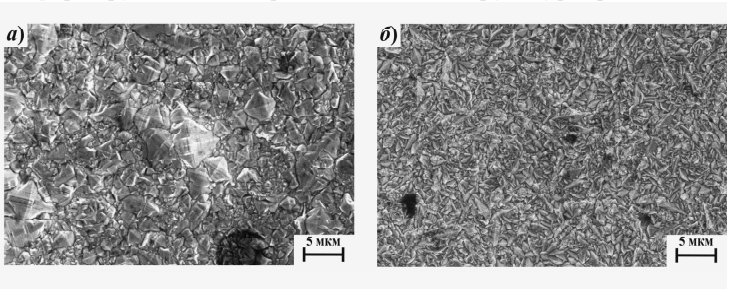


Рис.1. Изображения микроструктуры никелевых покрытий, полученных при ис-пользовании: а) электролита Уоттса; б) – электролита, модифицированного УНТ «Таунит» (0,06 г/л)

Из проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Добавление в электролиты УНТ «Таунит» приводит к существенному увеличению микротвёрдости, снижению пористости и неравномерности гальванических покрытий. Эти показатели улучшаются за счёт совершенствования структуры покрытия в результате воздействия на него наноуглеродных трубок в процессе осаждения. Указанные эффекты улучшения свойств покрытий проявляются при малых концентрациях УНТ «Таунит» (0,05 – 0,08 г/л) в электролите.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ и УПРАВЛЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Литовка Ю.В., Кириченко Г.А., Попова М.А., Попова А.С.

Тамбовский Государственный технический университет, 392000, г.Тамбов, ул. Советская, 106, тел.(4752)-632601, факс (4752)-635522, E-mail: polychem@list.ru

Проектирование гальванических процессов, протекающих в электрохимических ваннах, и управление ими сопряжено со значительными сложностями вследствие следующих причин:

- большое количество металлов, используемых для покрытий (цинк, никель, хром, медь, благородные металлы и др.), и типов электролитов (до нескольких десятков) для каждого металла;
- большое разнообразие размеров и форм покрываемых деталей;
- большое количество показателей (критериев), которым должны удовлетворять покрытия (износостойкость, равномерность, микротвёрдость, пористость, коррозионная стойкость и др.);
- большая номенклатура гальванического оборудования, отличающегося: размещением деталей в ваннах (на подвесках, оправках, в барабанах); применением одного или нескольких анодов; использованием источников питания выпрямленного, реверсивного, импульсного или асимметричного переменного тока; конструктивными особенностями и компоновкой гальванической линии и т.д.;
- необходимость нового проектирования при изменении номенклатуры деталей, состава электролита, заданной толщины покрытия, последовательности технологических операций и т.д.

Разработанная авторами система автоматизированного проектирования и управления гальваническими процессами решает следующие задачи:

- ввод исходной информации о процессе. В автоматизированном режиме вводятся следующие данные: а) металл покрытия; б) материал основы; в) тип электролита; г) качественные показатели, которым должно удовлетворять покрытие, и их значения; д) используемый ис-точник тока; е) способ размещения деталей в ванне; ж) наличие не-скольких анодов, биполярных электродов, токонепроводящих экра-нов;
- ввод графической информации о покрываемых деталях. Тех-

нологу предоставляется возможность автоматизировано ввести форму и размеры детали, используя: а) чертёж детали на бумажном носителе; б) компьютерные программы для ввода графической информации; в) трёхмерный сканер;

- поиск конструктивных параметров гальванической ванны (например, конфигурации токонепроводящего экрана), обеспечивающих получение покрытия с заданными или оптимальными качественными показателями (например, с минимальной неравномерностью);

- поиск токовых режимов, обеспечивающих получение покры-тия с заданными или оптимальными качественными показателями;

- вывод результатов расчёта в удобном для технолога виде (графики, таблицы).

Работа системы осуществляется с использованием современных диалоговых средств, графической визуализации и других приёмов, облегчающих труд технолога.

Ряд задач, решаемых рассматриваемой системой (ввод графической информации о детали с чертежа на бумажном носителе, задача расчёта наиболее равномерного распределения покрытия по поверхности детали) связан с большим объёмом вычислений. Для решения подобных задач предусмотрено распараллеливание вычислительного процесса для его ускорения.

В процессе эксплуатации гальванической ванны, система автоматизированного проектирования и управления гальваническими процессами рассчитывает изменение концентрации компонентов электролита и корректирует токовые режимы.

Система является открытой, то есть позволяет достаточно просто добавлять информацию о новых электролитах, технологических приёмах, источниках тока, появляющихся в промышленности.

ОРГАНИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО КОМПЛЕКСА: «ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО – ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ», С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Мазур В. А.

Предприятие «РАДАН» (ООО)
190103, г. Санкт-Петербург, ул. 8-я Красноармейская, 20а, лит. А
тел. (812) 251-4917; (812) 596-4344; тел./факс (812) 251-1348
E-mail: info@radan.su & radan2000@mail.ru

Гальванохимические производства различных отраслей промышленности являются источником загрязнений окружающей среды тяжёлыми металлами. Оборудование производств устарело, обезвреживание стоков либо отсутствует, либо осуществляется по технологическим схемам, которые не могут обеспечить требуемую эффективность очистки.

Дефицит финансовых средств не позволяет быстро реконструировать действующие гальванические производства и системы очистки их стоков. Потеря кадров также привела к снижению культуры производства на многих предприятиях. По этим причинам при сокращении объёмов производства нет пропорционального сокращения загрязнения окружающей среды.

К тому же ужесточаются экологические требования по охране окружающей среды, повышаются цены на энергоносители, увеличивается плата за водопотребление и водоотведение.

Кардинальное сокращение энергопотребления, водопотребления, снятие проблем эко-логии возможно только при реконструкции гальванического производства. Сокращение водопотребления - это не только снижение платы за воду, но и уменьшение капитальных затрат на очистные сооружения, себестоимости очистки стоков и соответственно себестоимости выпускаемой продукции. Это должно решаться при условии, когда гальваническое производство и очистные сооружения рассматривается как единый комплекс. Реконструкция только очистных

сооружений может рассматриваться как частный случай.

Приобретение стандартных линий или подбор гальванических линий по принципу лишь бы «посадить» оборудование на имеющееся свободные площади, может создать проблемы на следующем этапе, когда потребуется решение вопросов экологии, в том числе, очистки стоков от установленных линий.

Во многих случаях реконструкция гальванических цехов проводится без остановки производства за счет поочередной замены линий с использованием маневренных площадей. Однако многие производства размещаются в старых корпусах, где планировка помещений, сетка колонн не позволяют разместить современное оборудование и организовать все необ-ходимые вспомогательные участки. В этом случае принимается решение о строительстве новых зданий.

Появление новых защитных материалов, компонентов и оборудования, а также использование в линиях механизированных крышек для ванн и вентилируемых манипуляторов для сокращения объема технологической вытяжки, во многом решает проблемы размещения гальванических производств в легко возводимых зданиях, где все несущие металлические конструкции предварительно защищаются химически стойкими покрытиями.

При организации производства, кроме линий и очистных сооружений, необходимо учитывать все вспомогательные участки, их структуру и назначение, также транспортную логистику гальванохимического производства.

Что касается самих гальванических линий, то кроме сокращения расхода воды на промывные операции и разделения схем канализования стоков, необходимо предусматривать опции, повышающие продолжительность работы технологических растворов и электролитов, и самое главное - улучшающие качество покрытий.

К таким опциям относятся кристаллизаторы, непрерывно удаляющие карбонаты из цианистых электролитов, фильтровальные установки для непрерывного удаления взвешенных веществ из электролитов, сепараторы для непрерывного удаления масложиропродуктов из ванн химического обезжиривания, электродиализные установки для удаления примесей из электролитов хромирования и т.п. Хорошая механическая подготовка деталей к гальваническим покрытиям существенно снижает нагрузку на очистные сооружения за счет сокращения операций травления и промывки изделий.

Серьезной проблемой для гальванического производства являются ванны щелочного травления алюминия, где при повышении

концентрации в растворе алюминия, выпадают осадки, которые создают проблемы при очистке ванн. Использование специальных комплекс-сообразующих добавок предотвращает образования осадка алюминатов, обеспечивая хорошую подготовку поверхности при значительно более высоких концентрациях алюминия в травильном растворе (до 120-150г/л), что также снижает расход химикатов на гальваническом производстве и экономит реагенты на очистных сооружениях.

Широкий выбор современных источников питания не создает проблем при комплек-тации линий выпрямительными агрегатами. Воздушное охлаждение агрегатов исключает необходимость проектирования системы оборотного водоснабжения для охлаждения выпрямителей. Простая система управления и индикации режимов работы определяет удобство обслуживания выпрямителей.

Для защиты воздушной среды, применение адсорберов отечественного или зарубежного производства позволяет значительно (до 70%) уменьшить количество выбрасываемых в атмосферу загрязнений.

Технологическая схема очистки стоков определяется нормативными требованиями к качеству очищенной воды. Во многих регионах установлены жесткие нормативные требования, что делает бессмысленным достижение требуемого качества воды для сброса очищенной воды в гор. коллектор или открытый водоём. В этих случаях целесообразнее предусматривать схемы с частичным возвратом воды в производство, организацию доочистки стоков на катионитовых фильтрах или бессточные схемы. Бессточные схемы требуют значительных капитальных затрат, поскольку технология очистки стоков предусматривает использование дорогостоящих обратноосмотических и выпарных установок. Организация бессточных схем целесообразна только после предварительного сокращения расхода воды.

На очистных сооружениях предусматривается оборудование из современных полимерных материалов, таких как полипропилен, полиэтилен, поливинилхлорид, стеклопластик.

Для перемешивания стоков с растворами реагентов и для приготовления реагентов предусматриваются мешалки с электроприводами которые позволяют исключить использо-вание сжатого воздуха для перемешивания растворов.

Дозирование растворов реагентов на очистных сооружениях осуществляется в автоматическом режиме по показаниям pH-метров, хромметров, цианметров, что гарантировано обеспечивает поддержание заданных параметров и исключает перерасход реагентов.

Для обезвоживания осадка используются фильтр-прессы, которые позволяют получить менее влажный осадок, и не требуют установки дополнительного оборудования.

При наличии разнообразных методов и приемов очистки сточных вод, позволяющих решать экологические проблемы, необходимо рассматривать их индивидуально для каждого гальванохимического производства. Но главное одно – технология, экология и экономика должны рассматриваться совместно, так как они взаимосвязаны.

Необходимо понимать всю серьезность и ответственность принятия решений при вы-полнении реконструкции и модернизации гальванохимического производства, поскольку все дальнейшие затраты на деятельность цеха, на решение экологических вопросов, возможность организации локальных систем очистки или замкнутых схем водопотребления напрямую зависят от того, насколько правильно спроектировано производство, верно рассчитаны и скомпонованы гальванохимические линии.

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОЕВ на МЕДЬНАПОЛНЕННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Останина Т.Н., Рудой В.М., Орлова А.С,
Штрыба Н.И., Прокофьева А.С.

ГОУ ВПО «Уральский Государственный университет-УПИ» им. первого Президента России Б.Н.ЕЛЬЦИНА, 620002 Екатеринбург, ул. Мира, 19. (343)375-44-63.
E-mail: el-chem@mail.ustu.ru

Проблема создания электромагнитных экранов для приборов заключается в разработке технологии нанесения электропроводного покрытия на внутреннюю сторону корпусных пластмассовых деталей. Нами предложен метод формирования металлических экранов, который заключается в нанесении гальванических покрытий на медьнаполненные краски (МНК)[1]. Основным достоинством разрабатываемого метода является его универсальность, технологичность и возможность получения покрытий, обладающих экранирующими и радиопоглощающими свойствами.

Медный порошок, который входит в состав композитов, окислен, поэтому исходные медьнаполненные композиции очень плохо проводят электрический ток. Нанести гальваническим методом металлические слои на медьнаполненные композиты возможно только после предварительной активации поверхности и повышения электропроводности медьнаполненного подслоя.

Активацию медьнаполненных покрытий проводили в растворах восстановителей: щелочном растворе формалина и щелочном растворе гипофосфита натрия с добавлением цитрата натрия. Качество активации оценивали по величине электропроводности, а также по величине перенапряжения в процессе последующей электрокристаллизации меди на медьнаполненный композит.

В процессе выдержки образцов в щелочном растворе формалина образцы приобретали светло-розовый цвет и высокую электропроводность. После обработки МНК в растворах, содержащих гипофосфит натрия, поверхность образцов темнела, а их сопротивление оставалось высоким, несмотря на то, что активацию проводили в течение 1,5 часа и при температуре 800С. После обработки образцов в растворе соляной кислоты сопротивление МНК уменьшилось, но оставалось

выше, чем после активации в растворе формалина.

В качестве третьего способа активации частиц меди на поверхности МНК использовали обработку образцов в растворе химического меднения. После 10 минут выдержки в растворе химического меднения образцы покрывались тонким слоем блестящей меди, а их сопротивление было на 2-3 порядка ниже, чем после активации в растворе формалина.

Косвенным показателем величины активной поверхности является величина поляризации, которая фиксируется в момент включения тока (рисунок, кривая 1). Значение потенциала пика и время его достижения зависели от степени активации поверхности. При малом времени активации не все частицы медного порошка успевают освободиться от оксидной пленки, поэтому локальная плотность тока на центрах кристаллизации оказывается очень высокой, что приводит к резкому сдвигу потенциала в отрицательную область. Величина поляризации, которая устанавливалась после полной затяжки поверхности МНК слоем меди, возрастала с уменьшением времени активации. По-видимому, это связано с падением напряжения в слое осадка.

После активации образцов в щелочном растворе гипофосфита натрия у токоподвода появился черный дендритный осадок, но полной затяжки поверхности МНК медью получить не удалось. Из-за плохой активации частиц меди поляризация в момент включения достигала -5 В.

Хронопотенциограмма, полученная на образце, который активировали в растворе химического меднения отличалась от кривой, полученной на МНК, активированном в растворе формалина. После включения тока потенциал постепенно смещался в область отрицательных значений и достигал постоянной величины. Можно предположить, что в процессе электролиза активная поверхность уменьшается, так как происходит затягивание поверхности и формирование сплошного осадка. При этом плотность тока и поляризация увеличиваются.

На основе данных по исследованию кинетики электрокристаллизации меди на МНК было показано, что время затяжки, а, значит, и минимальная толщина сплошного слоя меди тем меньше, чем выше степень активации. При малом времени затяжки появляется возможность формировать основу для полислойного экранирующего покрытия из достаточно тонкого слоя металла.

1. Рудой В.М., Останина Т.Н., Даринцева А.Б., Останин Н.И. и др. Электролитическое осаждение меди на плохопроводящие основы. Гальванотехника и обработка поверхности. Т. XVII, №2, 2009, С.17-23.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 08-03-99073.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРИМЕСЕЙ В КАТОДНОМ ОСАДКЕ МЕДИ

Останин Н.И., Рудой В.М., Зайков Ю.П.,
Демин И.П.*, Шуклин М.А.*, Корякин В.М.*

ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира 19, тел. 375-46-76, e-mail: el-chem@mail.ustu.ru
**ОАО «Уралэлектромедь», Свердловская область, г. В-Пышма, ул. Ленина 1, posmaster@elem.ru*

При современном уровне организации процесса электрорафинирования соблюдение технологического режима позволяет получать катодную медь высшей категории качества. Однако в некоторых случаях наблюдается увеличение содержания ряда примесей в катодах. Методы управления качеством катодного осадка, основанные на традиционных подходах к делению примесей на группы в зависимости от величины электродного потенциала себя исчерпали. Поэтому требуются новые подходы к выбору мероприятий по снижению содержания примесей в катодной меди.

Анализ распределения элементов примесей по продуктам электролиза позволил установить, что основным источником загрязнения катодного металла является включение дисперсных частиц анодного шлама. Данные таблицы показывают, что лишь для никеля и серы раствор электролита, способен стать источником загрязнения катодов.

Установлено, что анодные шламы представляют собой полидисперсные системы. Фракционный состав шлама и его свойства зависят от состава анода, условий электролиза и применяемых поверхностно-активных веществ. Частицы шлама, образовавшиеся на аноде, со временем отрываются от его поверхности, переходят в объем электролита или оседают на дно электролизера. Расчеты показали, что время седиментации частицы шлама диаметром 10 мкм с высоты 1м в спокойном электролите составляет 1,1 часа. Отсюда можно заключить, что в электролите товарный ванны в условиях естественной конвекции и принудительной циркуляции электролита мелкие частицы шлама не успевают осесть на дно электролизной ванны, а циркулируют с электролитом по всем ваннам данной циркуляции.

Таблица. Средний состав продуктов электролиза, объем электролита и шлама, соответствующие содержанию примеси в катоде

Продукт	Единицы измерения	Ni	Sn	Bi	Pb	Ag	S
Электролит	г/л	7,6	0,017	0,0014	0,009	0,001	73,2
Шлам	масс. %	0,94	1,34	0,25	15,3	2,0	6,1
Катодная медь	г/т	1,4	0,9	0,6	2,4	6,1	12,2
Электролит	$см^3/дм^3$	**1,7**	4885	3855	2421	54919	1,5
Шлам	$см^3/дм^3$	**0,23**	**0,10**	**0,37**	**0,024**	**0,45**	**0,30**

Повышение зашламленности электролита в одной из серий приведет к росту концентрации взвешенных частиц шлама во всем объеме циркулирующего раствора и может способствовать увеличению содержания примесей в ряде ванн данной циркуляции.

Изучение фрактальных характеристик анодных шламов дает основание предполагать, что формирование частиц шлама происходит в течение всего периода их пребывания в объеме раствора до момента осаждения на дно ванны по механизму агрегации ограниченной диффузией.

Процесс агрегации частиц анодного шлама и седиментацию их на дно ванны можно ускорить при добавлении в раствор высокомолекулярных флокулянтов. Однако, как показали результаты исследований, введение ряда флокулянтов наряду с наблюдаемым укрупнением частиц шлама, в тоже время, способствует адсорбции крупных частиц на поверхности катода и включению их в осадок меди.

Наиболее перспективным является введение в электролит поверхностно-активных добавок препятствующих окклюзии дисперсных частиц шлама катодным осадком. Экспериментально показано, что ингибиторами включения примесей в катодную медь являются хлорид ионы и анионоактивные ПАВ. Стимуляторами зарабатывания частиц шлама в медные катоды оказались катионоактивные и неионогенные ПАВ.

Таким образом, введение в электролит, наряду с традиционной комбинацией добавок желатин (клей) и тиомочевина, анионоактивных ПАВ способствует снижению содержания примесей в катодной меди при увеличении зашламленности электролита в результате изменения состава анодов или после выполнения некоторых технологических операций.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КАРБИДОХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ на ИЗДЕЛИЯХ из СПЛАВА ВТ6

Панарин А.В., Ильин В.А., Семёнычев В.В.

Ульяновский научно-технологический центр филиал ФГУП «ВИАМ»
432010, г. Ульяновск, ул. Врача Михайлова, 32; тел.: 8 (8422) 52-04-98; факс: 8 (8422) 52-45-22; e-mail: lab2viam@mail.ru

Гальваникам, занимающимся хромированием титановых сплавов хорошо известны трудности, с которыми они сталкиваются в выборе тех или иных способов осаждения хромового покрытия на детали из титановых сплавов. Существующие способы подготовки поверхности титановых сплавов перед нанесением покрытия и применение различных электролитов хромирования не гарантируют высокой прочности сцепления покрытия с основой. На заводах, где используются эти технологические процессы, до 20 % хромированных деталей из титановых сплавов подвергаются повторному хромированию из-за неудовлетворительной адгезии.

Одним из альтернативных способов гальваническому осаждению хромовых покрытий на детали из титановых сплавов является так называемое пиролитическое хромирование, осуществляемое путём термического разложения хромоорганической жидкости «Бархос» в вакуумном реакторе. Суть процесса заключается в том, что хромоорганическая жидкость «Бархос» подаётся в испаритель, в котором превращается в пар и попадает в реакционную камеру, где находятся детали, нагретые до температуры разложения этого пара, в результате чего карбидохромовое покрытие осаждается на поверхность детали, а продукты распада конденсируются в азотной ловушке.

В настоящей работе проведены комплексные исследования образцов из сплава ВТ6 с карбидохромовым покрытием.

Оценку коррозионнозащитных свойств карбидохромового покрытия на образцах из сплава ВТ6 проводили следующим образом: на образцы с покрытием и без него наносили солевую корку (NaCl) толщиной 50 мкм, после чего образцы выдерживали в течение 15 часов при температуре 500-550°С. Коррозионная стойкость образцов была признана удовлетворительной, т.к. язвы и питтинги на образцах с карбидохромовым покрытием,

в отличие от образцов без покрытия, не были обнаружены.

Также была проведена шестимесячная выдержка образцов из ВТ6 с карбидохромовым покрытием в 10 %-ной плавиковой кислоте, которая не выявила пор в покрытии. После окончания испытаний первоначальный вид образца не изменился, масса осталась прежней.

Испытания на малоцикловую усталость проводили на пульсаторах при: $\nu = 3$ Гц, $\sigma_{max} = 637$ МПа, положительном отнулевом цикле ($R = 0,1$). Среднее число циклов до разрушения образцов составило 40000, что свидетельствует о большей долговечности в сравнении с образцами, покрытыми по традиционным технологиям, где долговечность составляет

~ 36000 циклов.

Практический интерес представляют детали гидросистем с нанесён-ным на внутренние стенки покрытием. В связи с этим были проведены эксперименты по осаждению карбидохромового покрытия на трубчатые образцы.

Процесс осаждения карбидохромового покрытия ведётся при температурах ~ 450°С, на трубчатых образцах при обработке внутренней поверхности возможны различные поводки труб в виде образования овальнсти или бочкообразности за счёт неполной релаксации напряжений при остывании деталей. Для оценки изменения геометрии трубчатых образцов после нанесения карбидохромового покрытия использовались трубчатые образцы из сплава ВТ6 длиной 100 мм, с внутренним диаметром 42 мм и различными толщинами стенки – 2 мм и 7 мм. Проведённые измерения показали, что исходная геометрия образцов после нанесения покрытия толщиной 10 мкм на внутреннюю поверхность, как правило, сохраняется.

Проведённый эксперимент выявил возможность нанесения карбидо-хромового покрытия на внутреннюю поверхность трубчатых деталей, при этом с увеличением толщины стенки образца исходные геометрические характеристики сохраняются в большей мере.

Микротвёрдость карбидохромовых покрытий на образцах из сплава ВТ6 определяли с помощью микротвердомера ПМТ-3М при нагрузке $P = 50$ г. Среднее значение микротвёрдости покрытия составило $HV = 15$ ГПа.

Проведённый комплекс исследований по оценке функциональных свойств карбидохромовых покрытий на образцах из сплава ВТ6 показал, что покрытие является универсальным, т.к. обладает износо- и коррозионной стойкостью, хорошо выдерживает усталостные нагрузки, имеет высокую микротвёрдость, а также способно осаждаться на деталях сложной конфигурации, в том числе на внутренних стенках труб.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ для МЕТИЗОВ

Паращук В.В., Ошкин И.В.

Представительство ДАУ Корнинг ГМБХ, 17/23, Таганская ул., Москва, 109147, Россия, тел. +7(495)258-5695, факс +7(495)783-6652, V.PARASHCHUK@DOWCORNING.COM

Резьбовые соединения можно встретить повсеместно – мебель, бытовая техника, автомобили, различное оборудование, железнодорожные мосты, тоннели – все это потенциальные области применения безопасных болтовых соединений.

Что означает «безопасное болтовое соединение»? Это значит, что всегда должно достигаться проектное усилие затяжки.

Важен ли контроль трения в таких соединениях? Да, поскольку трение – это 80-90% усилия на затягивание болтов. Безопасное болтовое соединение должно иметь определенный и постоянный коэффициент трения, который определяется конкретной областью применения. Адекватная смазка имеет особую важность для резьбовых соединений. При этом немаловажным аспектом является антикоррозийная защита. Резьбовое соединение должно позволять неразрушающую разборку соединения.

Для стабилизации коэффициента трения и защиты резьбовых соединений от коррозии компания Дау Корнинг (Dow Corning) разрабатывает ряд анти-фрикционных покрытий (АФП).

АФП представляют собой тщательно подобранные смеси твердых смазочных материалов, связующих смол, присадок и растворителей. Можно представить себе краски, в которых красящий пигмент заменен на твердые смазки.

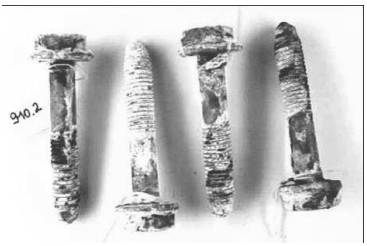
Перед нанесением АФП очень важно подготовить поверхность болтовых соединений: пескоструйная обработка, обезжиривание и фосфатирование (или другие методы в зависимости от материала болтов и требований). АФП можно наносить на субстрат различными методами, распространенными в лакокрасочной промышленности: кистью, различными видами распыления, окунанием, окунанием-центрифугой, трафаретной печатью и др. Для обычных болтовых соединений экономически целесообразно использовать окунание и окунание-центрифугу. Болты больших размеров можно покрывать простым

распылением. Полимеризацию АФП проводят при повышенной или при комнатной температуре, в зависимости от типа АФП. После этого покрытое изделие полностью готово к использованию.

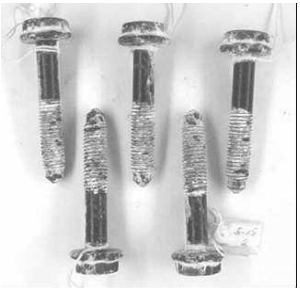
В зависимости от конечного применения, АФП помогает стабилизировать коэффициент трения на требуемом уровне и дополнительно защитить болты от коррозии.

Многие путают, что АФП заменяет гальванизацию, но это не так. Совместное использование обеих технологий позволяет совместить коррозионную защиту с сухой смазкой, обеспечивающей постоянство усилия затяжки.

В ходе проведенных тестов оказалось, что исходные болты покрываются ржавчиной уже через 80 часов нахождения в водно-солевом тумане. В то время, как болты, покрытые в 2 слоя АФП, демонстрируют отличный внешний вид через 540 часов в водно-солевом тумане.



Без АФП



С АФП

Ограничением этой технологии являются инвестиции в оборудование, которое необходимо для качественного нанесения АФП. Без надлежащей подготовки поверхности субстрата все достоинства АФП могут потеряться.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ

Алекс Плетт

Технический сервис для Восточной Европы ЭНТОНЕ ГМБХ, Элизабет-Зельберт-Страссе 4, 40764 Лангенфельд, Германия, тел. +49 (0)2173-8490-224. APLETT@COOKSONELECTRONICS.COM

ALEX PLETT, TECHNICAL SUPPORT EAST OF EUROPE ENTHONE GMBH, ELISABETH-SELBERT-STRASSE.4, D-40764 LANGENFELD, TEL. +49 (0)2173-8490-224, APLETT@COOKSONELECTRONICS.COM

Доклад посвящён теме регенерации процессов химического обезжиривания биологическим методом. Система биологической регенерации основана на принципе обмена веществ элементарными микроорганизмами. Сами микроорганизмы находятся на поверхности загрязнёных деталей, в воздухе и на всём нас окружающем. Специальная установка позволяет создать среду для обитания и жизнедеятельности этих микроорганизмов. Продуктом питания для этих микроорганизмов являются маслопродукты и органические соеденения, удалённые с поверхности деталей и растворённые в электролите обезжиривания. Тем самым срок службы электролита может достигать бесконечности. Низкие рабочие температуры электролита позволяют снизить потребление электроэнергии, тем самым снижая себестоимость производства. В докладе рассмотрены не только экономические аспекты, но также уделено внимание влиянию на окружающую среду при использовании этой системы. После разложения маслопродуктов на углекислый газ и воду отпадает необходимость в утилизации маслосодержащих отходов.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМПЛЕКСНЫХ ИОНОВ на ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ (II) изРАСТВОРОВ и ПРОМЫВНЫХ ВОД ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Плохов С.В. [1], Велиева Ю.В. [2], Корнев Р.А. [2]

Нижегородский технический университет им. Р.Е.Алексеева[1],
ФГУП «Нижегородский завод им. М.В. Фрунзе»[2],
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 174, ГСП 299,
тел.: (831) 469-90-18, E-mail: HIMLAB@NZIF.RU

Недостатком промышленного использования трилонатно-тартратных растворов химического меднения для металлизации отверстий печатных плат является большое количество отходов в виде отработанных электролитов и промывочных растворов. Для уменьшения их количества, более рационального водопотребления и сокращения потерь металла достаточно эффективной может быть схема очистки, включающая ионообменное извлечение катионов меди (II) из промывных вод и электроосаждение металла из отработанных растворов и элюатов.

Целью данной работы являлось определение состава и условий разрушения комплекса, а также возможности, закономерностей и режимов ионообменного и электрохимического извлечения меди из отработанных растворов и промывных вод после химической металлизации в щелочных тартратно-трилонатных растворах.

Методами pH-метрического титрования, ПМР релаксации и спектроскопии электронных переходов в области λ=500-1000 нм, а также с помощью расчётов ионных равновесий через константы диссоциации установлено образование ионами Cu (II) в трилонатно-тартратных растворах смешаннолигандного комплекса анионного типа с мольным соотношением $Cu(II):tart^{2-}:Y^{4-}:OH^{-}$ = 1:1:1:1.

В исследованиях использовали модельные растворы, имитирующие по составу промывные воды и отработанные электролиты, первые из которых имели состав, в г/л: Cu (II) (в виде $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) – до 2,0; формальдегид – до 7,2; K,Na-виннокислый – до 50; трилон Б – до 10; муравьинокислый натрий – до 16; метиловый спирт – до 0,8.

Промышленно выпускаемые зернистые аниониты в солевой или

OH^- - форме не позволяют извлекать такие сложные по составу и структуре комплексы меди (II). Они сорбируют только более подвижные и менее сложные анионы, например SO_4^{2-} или метиленгликоля. Следовательно, для эффективного проведения ионного обмена требуется предварительная химическая обработка, состоящая в уменьшении pH растворов и приводящая к разрушению комплексов меди. Выявлено, что снижение pH вызывает последовательный переход комплексов меди (II) сначала преимущественно в трилонатные, затем в моно-, ди-, тригидротрилонатные, а при pH 0,5 полностью в простые гидратированные ионы Cu^{2+}, что позволяет проводить ионообменную очистку на катионите КУ-2-8 в H^+-форме.

С учётом этих особенностей предложены оптимальные параметры проведения ионного обмена: содержание ионов меди в промывных водах – 1,0 г/л и скорость их пропускания – 1,5 $м^3/(м^2 \cdot ч)$, регенерация катионита раствором H_2SO_4 с концентрацией 150 г/л при скорости пропускания 0,75 $м^3/(м^2 \cdot ч)$ до степени извлечения 93%. Промывные воды после ионообменной обработки направляют на очистные сооружения для доочистки, а элюаты с концентрацией Cu(II) около 3,0 г/л поступают на электрохимическое извлечение металла.

Рабочие растворы, имитирующие по составу отработанные электролиты содержали, в г/л: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (в пересчёте на Cu^{2+}) до 5,1; формальдегида 15-20; K,Na-виннокислого 120-125 и трилона Б 20-25, а также муравьинокислого натрия (до 40) и метилового спирта (до 2,0), являющихся продуктами окисления восстановителя.

Сложный состав комплексного аниона меди (II) оказывает существенное влияние на закономерности электроосаждения металла из этих растворов. Их устанавливали с применением потенциодинамического, температурно-кинетического методов, методов вращающегося дискового электрода и парциальных потенциостатических кривых. Выявлен диффузионный контроль процесса и деполяризующее действие лигандов на электроосаждение металла, которое вызвано ослаблением связей металл-лиганды в смешанном комплексе по сравнению с монолигандными. С учётом этих особенностей предложен режим извлечения металла: плотность тока 0,15±0,05 $А/дм^2$ (увеличивается при перемешивании); соотношение катодной (медь) и анодной (ОРТА) площадей 1:1; температура раствора 20±5 ^{O}C; межэлектродное расстояние 2,5 см и напряжение на электролизёре около 0,9 В. Остаточная концентрация Cu(II) в растворе 0,65±0,05 г/л, достигаемая за 52 часа, при выходе по току меди с учётом химической металлизации 45-150 % и удельном расходе электроэнергии 2,5 кВт·ч/кг. Раствор после электрохимической обработки поступает на ионообменную очистку, а извлечённый металл пригоден для повторного использования.

ПОКРЫТИЯ С НОВЫМИ ФУНКЦИЯМИ - НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Подъюклова Й [а]; Храбовска К [б]; Пеликанова К [в]; Доброводска Л. [г]; Ланик Т. [д]; Бартек В. [е]; Меньшиков В. В. [ж]

ВШБ - Технический университет Острава, 17 Листопаду 15/2172, 708 33 Острава-Поруба, Чешская Республика, тел. +420 597 323 117, ФАКС +420 597 323 125

[а] *JITKA.PODJUKLOVA@VSB.CZ*
[б] *KAMILA.HRABOVSKA@VSB.CZ*
[в] *KATERINA.PELIKANOVA.ST@VSB.CZ*
[г] *LENKA.DOBROVODSKA.ST@VSB.CZ*
[д] *TOMAS.LANIK.ST@VSB.CZ*
[е] *VRATISLAV.BARTEK.ST@VSB.CZ*

ОАО НИИ ЛКП С ОМЗ «ВИКТОРИЯ», 141370, Россия, М.О., Сергиево-Посадский р-н, Хотьково, Художественный проезд, 2Е, тел. +7(495)993-0000, факс +7(495)788-8609

[ж] *SECRETARIAT@NIILKP.RU*

В рамках экспериментальных испытаний, проводимых до сих пор, было удостоверено, что заполнение покрытий частицами, размеры которых не превышают 10 нм, представляются эффективными, именно как для повышения результирующей твердости, так для улучшения барьерных свойств. При использовании наночастиц объемом отдельных весовых процентов можно повлиять на результирующие свойства вплоть на десятки процентов. Условием для правильной функции покрытия является тщательный выбор частиц (форма, размер, отделка поверхности) и их совершенное смешение в вяжущем веществе.

Для улучшения свойств помогают нанопорошки металлов, SiO_2, TiO_2, сульфат бария, окись алюминия и циркона. Также можно использовать органические порошки.

В настоящее время в сотрудничестве с ОАО НИИ ЛКП с ОМЗ «Виктория» Хотьково, Российская Федерация интенсивно развиваются научно-исследовательские работы по изучению структуры адгезионных слоев на поверхности металлов, которые состоят из наноингибиторных

коррозионных процессов и на их основании разрабатывается новая прогрессивная экологическая очистка поверхности и ее подготовка к нанесению покрытия.

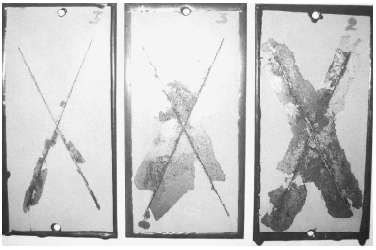


Рис. 1 (а,б,в). Крестообразное сечение, нанесение пленки и проведение оценки в ОАО НИИ ЛКП с ОМЗ «Виктория»,Хотьково

На рис. 1а изображена оценка адгезионной способности алкидной лакокрасочной системы, нанесеннойна поверхность субстрата, которая оснащена тонким нанометрическим адгезионным слоем на базе кремневодородов. На рис. 1б и 1в изображена оценка адгезионной способности алкидной лакокрасочной системы, нанесенной на стандартный адгезионный слой на базе фосфата.

В рамках испытания влияния размера частиц на свойства пленок были экспериментально испытаны также стекловидные эмалевые покрытия с глиняным компонентом размером меньше 5 μм с одним размером D величиной 400 нм, который был добавлен в эмалировочную суспензию.

Таб. 1. Микротвердость стекловидного эмалевого покрытия

грунтовая эмаль	$HV_{0,1}$ [МПа]	покровная эмаль	$HV_{0,1}$ [МПа]
нормальная глина	5493,0	**нормальная глина**	5336,0
мелкая глина - чешская	6278,1	**мелкая глина - чешская**	6245,3
мелкая глина - зарубежная	5955,9	**мелкая глина - зарубежная**	6913,1

Доклад был разработан при поддержке проекта Министерства образования, молодежи и физкультуры КОНТАКТ ME 08083, KAN400100653 (AV5168011), IGS 2009 VSB-TUO, HGF-516.

НОВОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Полякова Л.В., Архипова Т.А.

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева
125047, Москва, Миусская пл. д.9, ф.(8)499-978-94-25, e-mail: polyakova@muctr.ru

Реформа технического регулирования идет в стране уже 7 лет. Пока ее результаты были более чем скромными. В конце прошлого года президент Дмитрий Медведев призвал ответственных за регламенты работников кардинально переломить ситуацию с учетом необходимого инновационного развития российской промышленности, а также с учетом начала деятельности с 1 января 2010 года Таможенного союза, в который входят Россия, Белоруссия и Казахстан.

В феврале 2010 г. минпромторг представил в правительство программу ускоренной разработки технических регламентов, призванных заменить советские ГОСТы. В связи с чем правительство в ближайшее время должно утвердить программу из 67 документов, из которых 16 уже приняты, а 40 – будут приняты до конца 2010-го г.

Для подготовки общих регламентов стран – членов Таможенного союза и ЕврАзЭС и курирования утверждены шесть рабочих подгрупп, зеркально отражающих друг друга в России, Казахстане и Белоруссии. Эти подгруппы будут определять процедуры принятия регламентов в рамках ЕврАзЭС и прорабатывать сложнейшие вопросы санитарного, фитосанитарного, ветеринарного государственного надзора. В дальнейшем российское правительство утвердит «казахстанский пакет» из 19 технических регламентов, принятых и действующих сегодня в Казахстане. Речь идет о регламентах в области строительства (в том числе автодорог), ветеринарии, пищевой промышленности. Принятие такого решения связано с тем, что техническое законодательство Республики Казахстан максимально адаптировано к европейским техническим директивам и соответствует распространенным международным стандартам. Казахстанский пакет из 19 техрегламентов уже переведен на русский язык, и с их помощью российская промышленность сможет быстрее перестроиться к европейским директивам. Предполагается, что настоящий пакет из 19 техрегламентов будет действовать до 2012 года, а

потом будет заменен российскими нормами.

Согласно положениям п.12 ст.7 ФЗ от 27.12.2002 г. «О техническом регулировании», приписывающим проведение ежегодного уточнения программы разработки технических регламентов, внесены предложения по формированию Программы разработки технических регламентов на 2010 год.

В новую программу вошли: принятые технические регламенты (16ТР), закрывающие 32,6% Перечня продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия; технические регламенты, которые планируется принять до 1 июля 2010 года (22 ТР), закрывающие 40,6% Перечня продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия или находящиеся в высокой степени готовности; технические регламенты, которые необходимо разрабатывать взамен вводимых на территории РФ обязательных требований, содержащихся в технических регламентах Республики Казахстан (6 ТР); технические регламенты, которые необходимо разработать в целях исполнения поручений Президента РФ, Правительства РФ и подпадающих под сферу действия технического регламента «Об общей безопасности продукции» (6ТР); технические регламенты, которые необходимо разработать в соответствии с Графиком разработки первоочередных технических регламентов ЕврАзЭС.

Совершенствование государственной политики в области технического регулирования в целях модернизации и технологического развития экономики заключается в гармонизации систем технического регулирования в рамках формирования Единого Экономического Пространства (ЕЭП) , а именно:

1.Гармонизация и/или переход на единые законодательные нормы в области технического регулирования – I полугодие 2010 г.

2.Принятие технических регламентов ЕврАзЭС – II полугодие 2010 г.

3.Создание региональной организации по аккредитации ЕврАзЭС с целью присоединения к многосторонним соглашениям о взаимном признании результатов аккредитации (ILAC/AF) – I полугодие 2011 г.

4.Переход на единые принципы контроля (надзора) на рынке, создание общей информационной системы – I – II полугодия 2011 г.

5.Переход на единые принципы функционирования систем допуска продукции на рынок для достижения взаимного признания и для перехода на единый знак обращения продукции на рынке ЕврАзЭС – II полугодие 2011г.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА «ТРЁХВАЛЕНТНОГО» ХРОМИРОВАНИЯ на ПРОЧНОСТНЫЕ И УСТАЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ 30ХГСА

Салахова Р.К., Жирнов А.Д.

УНТЦ филиал ФГУП «ВИАМ», Россия, 432010, г. Ульяновск, ул. Врача Михайлова, 34, тел./факс (8422) 52-45-22, e-mail: lab2viam@mail.ru

Электролитическое хромирование, являясь одним из самых распространённых способов повышения работоспособности изделий машиностроительной отрасли, как известно, относится к гальваническому процессу, который наиболее сильно снижает ресурсные характеристики деталей. Поэтому при разработке новой технологии хромирования на основе трёхвалентного хрома, особое внимание было уделено изучению влияния процесса осаждения покрытия Cr (III) на механические характеристики покрываемого материала, изменение которых определяется степенью наводороживания покрытия и основного металла.

Хромирование образцов проводили в электролите на основе сульфата хрома в присутствии наноразмерных частиц оксида циркония и соединений молибдена и ванадия. Обезводороживающий отпуск хромированных образцов осуществляли в течение 6, 12 и 24 часов при температуре 230°С. Наводороживание основы оценивали косвенным методом путём сравнения механических характеристик стали 30ХГСА до и после осаждения хромовых покрытий. Механические свойства образцов с хромовыми покрытиями толщиной 50-55 мкм (прочность, пластичность) исследовали методом статического растяжения при температуре 20° С. Установлено, что процесс «трёхвалентного» хромирования не приводит к охрупчиванию стали 30ХГСА, т.к. снижение предела прочности ($\sigma_в$, МПА) и относительного сужения поперечного сечения (ψ, %) составляет менее 2 %. Длительность обезводороживания хромированных образцов также практически не оказывает влияния на их механические характеристики.

Наводороживание «трёхвалентных» хромовых покрытий в зависимости от катодной плотности тока исследовали методом вакуумной экстракции (температура 400°С, остаточное давление $6{,}65 \cdot 10^{-4}$Па), позволяющем определять диффузионно-подвижный водород, вызывающий первичное наводороживание. Установлено, что увеличение плотности тока почти не влияет на содержание водорода в покрытиях. Следовательно, водород, выделяющийся на катоде при совместном разряде ионов

хрома и ионов водорода, участвует в основном в процессе вторичного наводороживания, т.е. является прочно связанным в виде водородсодержащих соединений типа гидридов и гидрооксидов хрома. Введение в оксалатно-сульфатный электролит хромирования наноразмерных частиц ZrO_2 приводит к снижению содержания водорода в покрытии на 15-20 %, а проведение обезводороживающего отпуска после осаждения покрытия снижает содержание водорода в осадках Cr (III) на 25-30 %, что является результатом десорбции подвижного водорода из слоёв осажденного осадка.

Испытания на малоцикловую усталость (МЦУ) образцов с «трёхвалентными» и стандартными хромовыми покрытиями проводили на базе 104 циклов при σ_{max} = 785 МПа, ν = 10 Гц, R = 0,1 после проведения обезводороживающего отпуска хромированных образцов при температуре 230°С в течение 24 часов. Результаты сравнительных испытаний на МЦУ показали, что долговечность образцов с покрытием Cr(III) сопоставима с долговечностью образцов, хромированных в стандартном электролите: количество циклов до разрушения образцов с «трёхвалентными» покрытиями составляет 48200, для образцов с «шестивалентными» покрытиями – 48600 циклов.

Фрактографическими исследованиями изломов установлено, что зарождение усталостных трещин, как для «трёхвалентных», так и для стандартных покрытий, начинается на границе раздела «покрытие-металл», но характер разрушения образцов с покрытиями Cr(III) и Cr(VI) имеет существенное различие (рис.1). Для стандартного хрома характерно многоочаговое веерообразное разрушение по всему периметру образца и хрупкое межзёренное разрушение покрытия с образованием сетки микротрещин (рис.1а), тогда как поверхность изломов образцов с покрытием Cr(III) характеризуется одноочаговым разрушением, а аморфная структура покрытий исключает наличие межзёренного разрушения (рис. 1 б).

Рис.1. Фрактограммы образцов с хромовыми покрытиями, х1000:
а – развитие усталостных трещин на образце с покрытием Cr(VI), б – межзёренное разрушение покрытия Cr(VI), в - развитие усталостной трещины на образце с окрытием Cr(III)

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что процесс хромирования в электролитах, содержащих трёхвалентные соли хрома и добавки наноразмерных частиц оксида циркония не вызывает водородного охрупчивания стали 30ХГСА, а долговечность образцов с покрытием Cr(III) сопоставима с долговечностью образцов со стандартным хромовым покрытием.

ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ РАСТВОРА УСКОРЕННОГО ГОРЯЧЕГО ФОСФАТИРОВАНИЯ

Селиванов В. Н., Перелыгин Ю. П.

Пензенский Государственный Университет
40, ул. Красная, Пенза, 440017, Россия E-mail: pyp@pnzgu.ru

Процесс фосфатирования широко применяется для получения защитных, адгезионных, антифрикционных и электроизоляционных покрытий на поверхности металлов. Использование совмещенных растворов обезжиривания и фосфатирования, моющая способность которых усиливается введением различных ПАВ, часто ограничивается растворами аморфного фосфатирования. В тоже время, данные по введению различных ПАВ в растворы ускоренного горячего фосфатирования в научно-технической литературе разрозненны [1, 2].

В данной работе приводятся сведения о влиянии ПАВ (лаурилсульфат натрия, жидкое хозяйственное мыло, смачиватель ОП-7 или ОП-10) на свойства фосфатного покрытия наносимого на образцы электротехнической стали 0,05-ТО-БП-3424 из раствора следующего состава (г/л): препарат «Мажеф» - 35 и $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ – 65. Время фосфатирования - 10 минут, температура - 95 - 98^{0}С.

Установлено, что введение выбранных ПАВ до концентрации 5 г/л включительно, не изменяет pH раствора фосфатирования. В то же время, данные ПАВ неодинаково влияют на свойства полученных в их присутствии фосфатных покрытий. Так, добавки ОП-7 (ОП-10) заметно снижают поверхностную плотность фосфатной пленки (Рф) с 3,5 до 2,5 г/м^2 с одновременным повышением массы стравившегося с образца металла (Рм) и снижением защитных свойств покрытия. Введение жидкого хозяйственного мыла не приводит к таким существенным изменениям Рф и Рм, при этом наблюдался небольшой рост защитной способности фосфатных пленок (ЗСА) с 15 до 20 секунд. Наиболее перспективным оказалось использование лаурилсульфата натрия, присутствие которого в электролите незначительно влияет на изменение Рф (во всех случаях она составляла 4 – 4,5 г/м^2), однако повышало защитную способность фосфатных покрытий до 20 – 25 секунд.

Хронопотенциометрическими измерениями стационарных

потенциалов образцов с фосфатными покрытиями в 0,05 М растворе NaCl установлено, что образцы с фосфатным покрытием, сформированным в присутствие добавки лаурилсульфата натрия обладают менее отрицательным значением начального потенциала, чем образцы, фосфатированные в присутствии других ПАВ и в их отсутствии. Это свидетельствуют о более низкой пористости данного покрытия или о возможной адсорбции молекул ПАВ в порах фосфатной пленки.

Полученное фосфатное покрытие имеет серый цвет, выраженную мелкокристаллическую структуру, имело защитные свойства порядка 20 секунд и пробивное напряжение ($U_{проб}$) равное 200 В.

Литература

1. Хаин И. И. Теория и практика фосфатирования металлов. Л.: «Химия», 1973 – 312 с.

2. T.S.N. Sankara Narayanan. Surface pretreatment by phosphate conversion coatings. A review // Rev.Adv.Mater.Sci. 2005. - №9. P.130-177.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВАНАДАТА НАТРИЯ в ЭЛЕКТРОЛИТЕ на МИКРОСТРУКТУРУ СПЛАВА ЖЕЛЕЗО-ВАНАДИЙ

Серебровский В.В., Афанасьев Е.А., Ахмадуллин И.М., Богомолов С.А., Степашов Р.В., Сумин Е.А.

ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова»
305000 г. Курск ул. Карла Маркса д. 70; Тел. 89102198744,
e-mail: allel@bk.ru

На кафедре электротехники и механизации животноводства Курской ГСХА была проведена серия опытов по электроосаждению спла-ва железо-ванадий. Опыты состояли в осаждении сплава на металли-ческие пластинки размером 25х25 мм из стали 45.

Перед электроосаждением образцы шлифовались для удаления ржавчины и обезжиривались в растворе кальцинированной соды.

Непосредственно перед осаждением образца проводилось анодное травление в течение одной минуты. Благодаря анодному травлению удаляется поверхностный слой образца с образовавшимися на нём оксидами. За счёт отсутствия оксидов улучшается сцепляемость покрытия с основным металлом.

Для электроосаждения использовался сернокислый электролит следующего состава: $FeSO_4$ в концентрации 300 кг/м^3, лимонная кислота — 10 кг/м^3, ванадат натрия ($NaVO_3$). Концентрация ванадата натрия варьировалась.

Электролит, использовавшийся в опытах, приготовляется следующим образом.

Ванадат натрия растворяется в воде при нагревании, т.к. его растворимость в воде очень низкая. Отдельно растворяется лимонная ки-слота. Затем эти два раствора смешиваются, и образуется комплексное соединение. К получившемуся соединению приливается раствор $FeSO_4$. После этого добавлением серной кислоты устанавливается ки-слотность в районе 0,8...1,0.

Таким образом в электролите присутствовали ионы железа и ионы ванадия.

После приготовления электролита, он профильтровывался для того, чтобы исключить из состава посторонние частицы и улучшить качество осаждения.

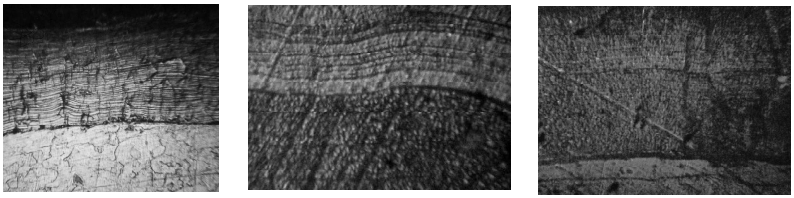
Электроосаждение производилось на асимметричном токе при плотности тока 30 А/дм^2 и коэффициенте асимметрии, равном 5. Концентрация ионов железа в прикатодном слое увеличивается, что позволяет повысить катодную плотность тока и увеличить скорость осаждения.

Содержание ванадата натрия в электролите в различных опытах варьировалось от 0 до 10 г/л с интервалом 2 г/л.

Из получившихся образцов изготавливались микрошлифы для вы-полнения микрофотографий.

Одной из основных характеристик микроструктуры осаждённого покрытия является размер зерна. Он оказывает большое влияние на такие свойства покрытия, как микротвёрдость и износостойкость. Размер зерна зависит от состава осаждаемого сплава, условий осаждения и дальнейшей термической или химико-термической обработки.

На рис. 1 показаны микрофотографии покрытий при электроосаждении с различным содержанием ванадата натрия в электролите.



0 г/л 2 г/л 6 г/л

Рис.1. – Микроструктура покрытия при электроосаждении с различным содержанием ванадата натрия в электролите

Как видно из рисунков, увеличение концентрации ванадата натрия в электролите приводит к уменьшению слоистости и размера зерна. При применении сплава железо-ванадий для улучшения микрострук-туры покрытия наиболее рациональной является концентрация вана-дата натрия в электролите 5...7 г/л. Дальнейшее увеличение концен-трации ванадата натрия приводит к снижению качества покрытия.

Выводы

1. Рассмотрено влияние содержания ванадата натрия в электролите на микроструктуру сплава железо-ванадий при получении покрытия из сульфатных электролитов на асимметричном токе. Увеличение концентрации ванадата натрия приводит к уменьшению размера зерна.

2. Увеличение концентрации ванадата натрия более 6 г/л практически не проводит к уменьшению размера зерна, однако появляются микротрещины в покрытии. Наиболее рациональное содержание ванадата натрия в электролите — 5...7 г/л.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ из МЕТАЛЛОВ и СПЛАВОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сироткин С.Н., Хухарева Н.Н., Воронина Т.А., Ведерников Н.М.

ООО «Научно-технический центр «Трубметпром»; 454085, г.Челябинск, ул. Танкистов, 189-Б; тел./факс (351)7713936

Разработана технология и раствор для электрохимического полирования (ЭХП) изделий из титана и его сплавов, преимущественно искусственных клапанов сердца, на основе смеси минеральных кислот с добавкой биомягкого и быстроразлагаемого поверхностно-активного вещества. Применяемый электролит имеет более высокую рассеивающую способность, а разработанный оптимальный технологический режим позволяет достичь равномерного съема металла по всем плоскостям, особенно для сложных изделий, с получением высококачественной поверхности (класс чистоты до ∇ 13) и избежать её растрава. На поверхности формируется более совершенная оксидная пленка, которая способствует повышению на 20-30% коррозионной стойкости изделий.

Разработка защищена патентами: А.с. №593884 "Электролит для электрохимического полирования изделий из титана и его сплавов, преимущественно искусственных клапанов сердца", патент США №4220509, 1981 г.; Патент Англии GB2 060 700B, C 25F 3|16, 1984 г.; Патент Германии DE 29 30 639C2, C 25F 3|18, 1982 г.; Патент Франции №7925219, C 25A 3|22, 1981 г.; Патент Канады №1156601, C 25A 3|22,1983 г.

Технология ЭХП искусственных клапанов сердца внедрена на п/я А-1619 (г. Кирово-Чепецк) и на п/я В-8177 (г. Москва).

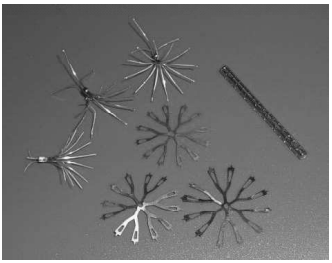
Разработан набор фильтров интравенозных пункционных ФИП-"ЗОНТ"-ИТМ, предназначенный для установки интравенозного фильтра в нижнюю полую вену на постоянную или временную имплантацию в целях профилактики тромбоэмболии легочной артерии. Набор ФИП-"ЗОНТ"-ИТМ выпускается в комплекте, стерилизуется радиационно и поставляется в упаковке. Модификация ФИП-"ЗОНТ"-ИТМ-Э выполняется с возможностью экстрагирования фильтра после имплантации посредством экстрактора по истечению эмбологенного периода. Фильтры изготавливаются двух типоразмеров с номинальными диаметрами 28 и 34 мм из коррозионностойкого сплава, неотторгаемого организмом человека. Фильтры ФИП-"ЗОНТ"-ИТМ и ФИП-"ЗОНТ"-

ИТМ-Э имплантируются в вену с диаметром от 22 до 27 мм, а их варианты исполнения ФИП-"ЗОНТ"-ИТМ-У и ФИП-"ЗОНТ"-ИТМ-ЭУ имплантируются в вену с диаметром более 27 мм. Особенностями изделия являются наличие замкового соединения фильтра с аппликатором и конструкция фильтра, обеспечивающая гарантированное оптимальное положение (самоцентровку) фильтра в вене и его надежную фиксацию. Разработка защищена патентами: свидетельство на полезную модель № 15657 (2000 г.); свидетельство на полезную модель №11469 (1999 г.)

С целью снижения шероховатости и повышения отражательной способности поверхности разработаны также электролит и технология для ЭХП интравенозных пункционных фильтров из специальных сплавов типа 40КХНМ (а.с. № 1548276). Предложенная технология ЭХП по сравнению с известными позволяет снизить шероховатость поверхности в 1,9 раза, снизить шероховатость кромок в 3,1 раза и повысить отражательную способность поверхности фильтров в 2,4 раза.

Технология для ЭХП интравенозных пункционных фильтров из специальных сталей и сплавов, применяемых для профилактики тромбоэмболии легочной артерии (а.с. № 1548276), внедрены с января 2009 г. в ЗАО "Научно-производственное предприятие "Инженерные технологии в медицине".

Использование предлагаемых электролитов и технологии электрохимического полирования позволяет снизить затраты ручного труда на 30% и увеличить эффективность финишной обработки изделий сложной геометрической формы, какими являются искусственные клапаны сердца и интравенозные пункционные фильтры. Кроме того, при обработке этих изделий методом ЭХП придаются специальные физико-химические свойства, исключающие тромбообразование и снижающие время вживления при имплантации.



Интравенозные пункционные фильтры

Искусственный клапан сердца после ЭХП

РАЗРАБОТКА, СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ АНОДНО-ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТРУБ

Сироткин С.Н., Ведерников Н.Н., Воронина Т.А., Скомороха Е.В., Егоров В.М.

ООО "Научно-технический центр "Трубметпром"; 454085, г. Челябинск, ул. Танкистов, 189-Б; тел./факс (351)771-39-36; Ntctrubmetprom@mail.ru

Данный проект выполнен научно-техническим Центром "Трубметпром" для ОАО "Машиностроительный завод" (г. Электросталь) для анодно-гидравлической обработки внутренней поверхности нержавеющих труб для атомной промышленности с целью удаления (сглаживания) дефектов до 100 мкм. Обработке подлежат трубы из марок сталей с химическим составом типа 12Х18Н10Т, ферритно-мартенситных сталей, жаропрочных сталей.

Технические данные установки: наружный диаметр трубы 11÷55 мм; внутренний диаметр 10÷53 мм; длина 500÷5000 мм; шероховатость поверхности (Ra) 2,5÷0,08 мкм; величина съема металла 10÷100 мкм; рабочий режим – автоматический; производительность до 150 м/час. Труба проходит пять позиций обработки внутренней поверхности: анодно-гидравлическая; удаление остатков электролита путем сдува воздухом; черновая промывка водой; финишная промывка дистиллированной водой; удаление влаги путем сдува воздухом.

Основными частями установки являются: рабочий агрегат; насосные узлы подачи электролита, воды для черновой и финишной промывки; баки для электролита, воды черновой и финишной промывки; выпрямительный агрегат обеспечения установки рабочим током до 3500А при напряжении до 24В, со стабилизацией тока и напряжения; шкаф управления; пульт управления; блок подготовки воздуха для пневмосистемы установки; стол для труб перед обработкой с механизмом поштучной выдачи; карман-накопитель с механизмом мягкой укладки. Установка имеет гидравлическую, пневматическую и электрическую системы обеспечения работы.

Основу установки составляет рабочий агрегат, конструкция которого обеспечивает: установку труб на позициях обработки; подсоединение концов труб к системам подачи электролита, воды и воздуха;

герметизацию соединений; подвод тока к трубе на позиции анодно-гидравлической обработки; ввод катода и пневматических насадок для интенсификации сдува остатков электролита и воздуха в полость трубы и их перемещение в ней с заданной скоростью; сбор электролита, воды и воздуха по выходу из трубы.

Токоподвод к трубе осуществляется с помощью контактных узлов, которые крепятся к станине с шагом 250 мм. Конструкция узлов обеспечивает простую и быструю их установку и снятие при переналадке на обработку труб другого диаметра и длины, а также развод контактов в момент переустановки труб с позиции на позицию.

Гидросистема установки обеспечивает подачу электролита в межэлектродный зазор со скоростью до 40 м/с. Для обеспечения необходимой производительности при обработке труб максимального диаметра и уменьшения энергопотерь при обработке труб малого диаметра насосные узлы гидросистемы имеют по три параллельно соединенных насоса, которые могут включаться как совместно, так и раздельно. Производительность трех насосов для подачи электролитов составляет 200 л/мин при давлении 2,0 МПа. Производительность каждого насосного узла для прокачки воды составляет 150 л/мин при давлении 0,6 МПа. Каждый насос подключен к напорной магистрали через обратный клапан, что позволяет раздельно включать насосы.

Система циркуляции электролита имеет фильтр для защиты межэлектродного зазора от попадания в него частиц, способных вызвать короткое замыкание, а также проточный электронагреватель, теплообменник и термопреобразователи для регулирования и поддержания необходимой температуры электролита. Установка имеет пневмосистему, которая предназначена для перемещения деталей и узлов агрегата при переустановке труб, их фиксации, подсоединения к напорным и сливным магистралям гидросистемы, герметизации подсоединения, а так же для продувки труб воздухом.

Выпрямительный агрегат обеспечивает стабилизацию заданного рабочего тока от 350 до 3500 А при напряжении до 24В, плавное нарастание тока при входе катода в трубы и плавное уменьшение при выходе катода из трубы. Вся электроаппаратура управления установкой монтируется в шкафу и пульте управления. Система управления установкой АГОТ-1 выполнена на основе программного контроллера и обеспечивает работу установки с контролем всех рабочих параметров в автоматическом режиме.

Процесс анодно-гидравлической обработки для большинства металлов и сплавов с правильно подобранным составом электролита дает получение качественной поверхности (Ra ≤ 1,2мкм) при параметрах режима обработки: скорость подачи электролита 30÷40 м/с; величина межэлектродного зазора 0,3÷0,4 мм; t 20÷30°С; плотность тока 40÷100 А/см^2; скорость съема металла 1,0÷1,6 мм/мин.

РЕАГЕНТНЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ УЧАСТКА ХРОМИРОВАНИЯ и ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХРОМИРОВАНИЯ с ПОМОЩЬЮ НОВОЙ ДОБАВКИ

Тураев Д.Ю.

РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, г. Москва, Миусская пл.,д.9, тел. (499) 978-56-51, E-mail: MEMBR_ELECTR@MAIL.RU, MEMBRANEELECTROLYSIS@YANDEX.RU, HTTP://MEMBRANEELECTROLYSIS.NAROD.RU/INDEX.HTML

В гальваническом производстве широкое применение нашел стандартный электролит хромирования на основе соединений Cr(VI). Для снижения поступления токсичных соединений Cr(VI) в сточные воды при промывке деталей после хромирования используют ванну улавливания. Методом мембранного электролиза соединения Cr(VI) начинают извлекаться из ванны улавливания, когда их концентрация в пересчете на CrO_3 достигнет 10 г/л. В этом случае ванна улавливания служит источником выноса на поверхностях деталей раствора $CrO_3 \geq 10$ г/л. Эта величина меньше, чем 250 г/л, но еще очень велика. Большой объем воды в ванне улавливания требует значительного времени для достижения минимальной концентрации CrO_3, необходимой для начала работы мембранного электролизера.

Реагентный метод с использованием новой добавки АМ258 позволяет обезвреживать соединения Cr(VI) в ванне улавливания в диапазоне 0,1-1,0 г/л по CrO_3, т.е. практически сразу по мере их поступления, при этом их вынос в последующую ванну проточной промывки существенно уменьшится. Возможности добавки АМ258 проверены на модельных растворах, содержащих 0,01, 0,1 и 1,0 г/л CrO_3 (фото 1-3). Для протекания реакции не требуется добавления ни кислоты, ни щелочи, следовательно, добавка АМ258 не вызывает увеличения солесодержания обрабатываемой воды. Продукт реакции для раствора, содержащего 0,1 и 1,0 г/л CrO_3, получается в виде легко отделяемого декантируемого или фильтруемого осадка (фото 2 и 3), а для раствора, содержащего 0,01 г/л CrO_3, наблюдается помутнение (фото 1). Фильтрат (фото 4) может быть многократно использован повторно как среда для проведения реакции между CrO_3 и добавкой АМ258.

В производственных условиях расчетное количество добавки АМ258 вводится в ванну улавливания при достижении концентрации по CrO_3 0,1-1,0 г/л, после чего ванна перемешивается и оставляется на ночь. Утром содержимое ванны фильтруется. Профильтрованная жидкость готова к повторному использованию в качестве ванны улавливания. Добавкой АМ258 также можно полностью обезвредить стандартный электролит хромирования (фото 5-6).

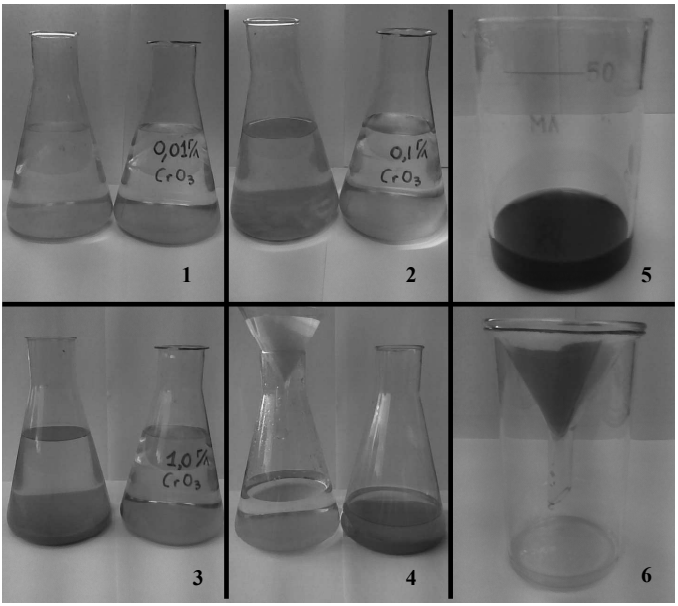


Рис. 1. Действие добавки АМ258 на растворы CrO_3 и стандартный электролит хромирования. На фото 1-3 справа исходный раствор, слева - после взаимодействия с добавкой АМ258. Фото 4 – справа раствор с осадком, полученной после взаимодействия раствора CrO_3 1,0 г/л с добавкой АМ258, слева - фильтрование осветленной жидкости, полученный фильтрат прозрачный и бесцветный как вода. Фото 5 - порция стандартного электролита хромирования до взаимодействия с добавкой АМ258. Фото 6 – та же порция стандартного электролита хромирования после взаимодействия с добавкой АМ258 (осадок отфильтрован, фильтрат бесцветный и прозрачный)

Выводы

1. Предложена новая добавка АМ258 для обезвреживания промывной воды и отработанных электролитов участка хромирования.

ВОЗМОЖНОСТИ МЕМБРАННОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА в ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Тураев Д.Ю.

РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, г. Москва, Миусская пл.,д.9, тел. (499) 978-56-51, E-mail: MEMBR_ELECTR@MAIL.RU, MEMBRANEELECTROLYSIS@YANDEX.RU, HTTP://MEMBRANEELECTROLYSIS.NAROD.RU/INDEX.HTML

В гальваническом производстве для снижения поступления токсичных компонентов электролитов и растворов в промывные воды используются ванны улавливания. При использовании мембранного электролиза для очистки ванны улавливания необходимо, чтобы скорость удаления токсичных компонентов из ванны улавливания в камеры мембранного электролизера была больше или равна скорости их поступления за счет выноса из технологических растворов на поверхности деталей. Скорость удаления токсичных компонентов выражается через величину эквивалентной силы тока, расчет которой проводится по формуле (без учета выноса вещества на поверхностях деталей из ванны улавливания в ванну проточной промывки):

I = A x B x C / D x F, где:

A - скорость обработки деталей, $м^2$/ч, B - вынос раствора на поверхности изделий, л/$м^2$, C - эквивалентная концентрация вещества, моль х экв/л, н, D – число переноса, доли единицы или проценты, F – число Фарадея, 26,8 Ач/(моль х экв), I – сила тока, А.

Приведем расчеты требуемой силы тока для некоторых случаев, наиболее часто встречающихся в гальваническом производстве, нормы значений для А и В взяты из [1].

I. Щелочное цинкование. Рабочая ванна имеет номинальную емкость V=1000 л, размеры: 0,7х0,8х1,8 м. При цинковании средних по размеру деталей на подвесках норма загрузки составит 1,44 $м^2$. Примем, что процесс цинкование занимает 1 ч, тогда А=1,44 $м^2$/ч. Вынос электролита на поверхностях деталей составит в этом случае 0,3 л/$м^2$, т.е. В=0,3 л/$м^2$. Примем С (NaOH) =2,5 н и D=0,8, тогда: I=1,44х0,3х2,5/0,8х26,8=36,2 А.

II. Хромирование, V=1000 л, размеры: 0,7х0,8х1,8 м. При

износостойком хромировании норма загрузки составит 0,2 $м^2$. Примем, что процесс хромирования занимает 1 ч, тогда А=0,2 $м^2$/ч. Вынос электролита на поверхностях деталей составит в этом случае 0,2 л/м2, т.е. В=0,2 л/$м^2$. Примем С (CrO_3) =5 н и D=0,2, тогда: I =0,2х0,2х5/0,2х26,8=26,8 А.

III. Пассивирование оцинкованных деталей. Скорость пассивирования будет лимитироваться скоростью цинкования, тогда А=1,44 $м^2$/ч; В=0,3 л/$м^2$; С=2 н (131 г/л $Na_2Cr_2O_7$=0,5 М, расчет для CrO_4^{2-}, n=$2e^-$); D=0,2, тогда: I=1,44х0,3х2/0,2х26,8=115,7 А.

IV. Анодирование сернокислое, V=1000 л, размеры: 0,7х0,8х1,8 м. При анодировании норма загрузки составит 2,7 $м^2$. Примем, что процесс анодирования занимает 1 ч, тогда А=2,7 $м^2$/ч. Вынос электролита на поверхностях деталей составит в этом случае 0,2 л/$м^2$, т.е. В=0,2 л/$м^2$; С=4 н (196 г/л H_2SO_4); D=0,7, тогда: I=2,7х0,2х4/0,7х26,8=82,7 А.

Требуемые значения силы тока велики. Если источник питания не обеспечивает требуемую силу тока, то концентрация веществ в ванне улавливания будет возрастать, что в свою очередь приведет к росту силы тока. Стационарное состояние (установление требуемой силы тока) будет достигнуто при некоторой концентрации загрязняющих веществ в ванне улавливания. Один из путей снижения I это уменьшение значения А, м2/ч, но оно зависит от величины заказа и от сроков его выполнения, и часто не поддается регулированию.

При А=0,1 $м^2$/ч требуемые значения силы тока будут значительно меньше: для цинкования I=2,5А, для хромирования I=13,4А, для пассивации I=8,0А, для сернокислого анодирования I=3,0А, однако такая скорость производства характерна для опытных производств.

Выводы

1. Выбор параметров источника питания мембранного электролизера определяется следующими условиями: минимальная сила тока зависит от типа гальванического процесса и скорости обработки деталей, причем при увеличении скорости обработки деталей минимальная сила тока увеличивается, требуемое максимальное напряжение увеличивается при уменьшении максимально допустимой концентрации загрязняющих веществ в ванне улавливания.

2. Мембранные электролизеры в ваннах улавливания для процессов хромирования и пассивации должны обеспечиваться источниками питания, рассчитанными на большой ток при повышенном напряжении, по сравнению с кислыми или щелочными растворами.

Литература

1. С.С. Виноградов. Экологически безопасное гальваническое производство. Под ред. проф. В.Н. Кудрявцева. - Изд. 2-е, перераб. и доп.; “Глобус”. М., 2002. - 352 с.

РЕАГЕНТНЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ЭЛЕКТРОЛИТА ХРОМИРОВАНИЯ с ПОМОЩЬЮ НОВОЙ ДОБАВКИ

Тураев Д.Ю.

РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, г. Москва, Миусская пл.,д.9, тел. (499) 978-56-51, E-mail: MEMBR_ELECTR@MAIL.RU, MEMBRANEELECTROLYSIS@YANDEX.RU, HTTP://MEMBRANEELECTROLYSIS.NAROD.RU/INDEX.HTML

В гальваническом производстве широкое применение нашел стандартный электролит хромирования на основе соединений Cr(VI). В процессе хромирования в электролите постепенно накапливаются вредные примеси Fe^{3+} и Cu^{2+}, что ухудшает качество хромовых покрытий. Для их извлечения предложено много различных способов, каждый из которых имеет свои особенности, например, большой расход электроэнергии, образование дополнительных отходов, медлительность процесса, дороговизна оборудования и т.д.

Наиболее быстрым и дешевым способом, не требующим дорогостоящего оборудования и расхода электроэнергии, является реагентный способ очистки электролита хромирования от примесей тяжелых металлов. Способ основан на нейтрализации электролита хромирования до необходимого значения pH раствора с помощью $CaCO_3$ или $Ca(OH)_2$ [1]. После отделения осадка, содержащего катионы вредных примесей, к фильтрату, содержащему $CaCrO_4$, добавляют расчетное количество H_2SO_4. Выпавший осадок $CaSO_4$ отделяют, фильтрат, содержащий очищенную H_2CrO_4, используется повторно для составления новой ванны хромирования. Основной недостаток данного способа – образование значительных количеств малорастворимого осадка $CaSO_4$. При очистке от примесей 1 $м^3$ стандартного электролита хромирования подобным способом – через стадию полной нейтрализации H_2CrO_4 с помощью $CaCO_3$ или $Ca(OH)_2$ - образуется ~340 кг $CaSO_4$. С целью сократить количество образующегося $CaSO_4$ в [2] предложен способ нейтрализации электролита хромирования с помощью $Ca_3(PO_4)_2$. PO_4^{3-} образуют с катионами тяжелых металлов, например, с железом (III), осадки при низком значении pH. $Ca_3(PO_4)_2$ должен быть введен в электролит в строго определенном количестве, причем в общем случае, в зависимости от концентрации примесей катионов тяжелых металлов, может потребоваться предварительная нейтрализация электролита

$Ca(OH)_2$ [3]. В отсутствие предварительной нейтрализации при очистке 1 $м^3$ отработанного стандартного электролита хромирования предложенным в [2] методом образуется в качестве дополнительного отхода 90 кг $CaSO_4$.

Используя альтернативный способ можно полностью отказаться от необходимости введения в электролит хромирования катионов кальция и их последующего выведения. В электролите хромирования pH можно увеличить, восстанавливая часть содержащейся хромовой кислоты с помощью добавки АМ258 до требуемого значения pH:

$CrO_3 + Red \rightarrow Cr_2(Cr_2O_7)_3 + R$ (1) и

$CrO_3 + Red \rightarrow Cr_2(CrO_4)_3 + R$ (2),

где Red = АМ258, R – продукты окисления добавки АМ258, они не мешают процессу хромирования.

По уравнению (1) восстановится до трехвалентного состояния не более 2/8, т.е. до 25 % всего имеющегося в ванне шестивалентного хрома, а по уравнению (2) - до 40 %. В большинстве случаев бихроматы тяжелых металлов растворимы, а хроматы нерастворимы, следовательно, если требуемое значение pH достигается при восстановлении до 25 % от всего имеющегося в электролите хромирования шестивалентного хрома по реакции (1), то нет необходимости в дальнейшем увеличении процента его восстановления, чтобы не протекала реакция (2), которая может привести к образованию осадка хромата хрома, т.е. к потерям хромовой кислоты. После достижения требуемого значения pH, ввод добавки АМ258 временно прекращают и вводят необходимое количество фосфорной кислоты и/или веществ, анионы которых способны образовывать осадки с катионами примесей в кислой области значений pH. Далее производят окончательную более тонкую корректировку pH добавкой АМ258. Выпавший осадок фосфатов железа и меди отфильтровывают, а электролит подвергают анодной проработке для уменьшения концентрации катионов трехвалентного хрома до нормы, отвечающей нормальному протеканию процесса хромирования.

Литература

1. Тураев Д.Ю. Способ химической регенерации электролита хромирования. 5-я Международная конференция “Покрытия и обработка поверхности”. Сб. тезисов докладов. 9-11 апреля 2008 г., Москва, конгресс-центр ЦМТ, РХТУ им. Д.И. Менделеева, стр. 142-144.

2. Добрыднев С.В., Ларьков А.П. Способ регенерации сульфатного электролита хромирования. Патент № 2175691. Заявлено 23.01.2001, опубликовано 10.11.2001.

3. Добрыднев С.В., Ларьков А.П. Способ регенерации сульфатного электролита хромирования. Патент № 2197568. Заявлено 24.07.2001, опубликовано 27.01.2003.

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ и СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

Целуйкин В.Н. , Неверная О.Г. , Яковлев А.В., Целуйкина Г.В. , Морковкин Ю.В., Василенко Е.А.

Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета 413100 Саратовская обл., г. Энгельс, пл. Свободы, 17 E-mail: tseluikin@mail.ru

Композиционные электрохимические покрытия (КЭП) получают совместным осаждением металлов с различными дисперсными частицами. Эксплуатационные свойства КЭП зависят от природы дисперсной фазы. Перспективными дисперсными материалами композицион-ных покрытий являются графит и его производные. Цель настоящей работы состояла в получении КЭП никель–бисульфат графита, иссле-довании процесса их электроосаждения и трибологических свойств покрытий.

Потенциодинамические поляризационные кривые осаждения нике-ля показывают, что введение в электролит никелирования бисульфата графита облегчает катодный процесс. В присутствии дисперсных частиц никель выделяется при менее отрицательных значениях Е во всей изученной области потенциалов. Токи при электроосаждении КЭП увеличиваются по сравнению с никелевыми покрытиями без дисперсной фазы, что также указывает на возрастание скорости катодного процесса.

Табл.1. Коэффициенты трения скольжения *f* для никелевых покрытий при различной плотночсти катодного тока

$i_к$, А/дм^2	6	7	8	9	10
Никель	0,38	0,34	0,34	0,33	0,30
КЭП никель–бисульфат графита	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13

Перенос частиц дисперсной фазы к катоду может протекать через стадию адсорбции на их поверхности катионов осаждаемого металла. Получив такой заряд, частицы переносятся к катоду и там заращиваются разряжающимся металлом, включая и те катионы, которые, которые были ими адсорбированы. Адсорбированные на частицах ионы участвуют в мостиковом связывании дисперсной фазы с поверхностью катода. Это связывание ослабляет расклинивающее давление жидкостной прослойки между частицей и катодом, т.е. усиливает адгезию. На катодной поверхности дисперсные частицы выступают в качестве центров кристаллизации, определяя дальнейший рост электролитического осадка.

Включение дисперсных частиц в покрытие приводит к структурным изменениям металлической матрицы. В свою очередь, изменение структуры электролитического осадка должно сказываться на его эксплуатационных свойствах. Значения коэффициента трения скольжения снижаются вдвое для КЭП никель–бисульфат графита по сравнению с никелевыми гальванопокрытиями (табл. 1). Это связано с тем, что частицы графитовых материалов, включающиеся при электроосаждении в покрытия, выполняют функцию сухой смазки (эксперимент проводился в условиях сухого трения). Снижение коэффициента тре-ния изученных композиционных покрытий по сравнению с чистым никелем, очевидно, определяется слоистой структурой дисперсной фазы.

Таким образом, введение бисульфата графита в электролит никелирования облегчает процесс электроосаждения и способствует формированию композиционных покрытий. Включаясь в гальванические осадки, материал дисперсной фазы оказывает определяющее влияние на их структуру и трибологические свойства.

АНОДНОЕ РАСТВОРЕНИЕ СПЛАВА ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЬ

Целуйкин В.Н.

Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета
413100 Саратовская обл., г. Энгельс, пл. Свободы, 17
E-mail: tseluikin@mail.ru

Электролитические сплавы железо-никель представляют существенный практический интерес. Их используют в качестве защитно-декоративных и износостойких покрытий. Знание механизма и кинетики анодного растворения данных материалов позволяет прогнозировать их коррозионное поведение, поскольку анодные реакции на сплавах представляют собой один из парциальных процессов, определяющих характер их коррозионного поражения.

В настоящей работе изучен процесс анодного растворения электролитического сплава железо-никель в кислом растворе, состава моль/л: $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ 3,50; $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ 1,20; HCl 0,06.

Процесс анодного растворения сплава железо-никель протекает в несколько стадий: диффузия атомов Fe из объема сплава к поверхности раздела электрод/раствор; ионизация атомов Fe до ионов Fe^{2+} (электрохимическая реакция); отвод образовавшихся ионов в глубь раствора. С помощью методов хроновольтамперометрии и хроноамперометрии установлено, что скорость процесса определяется нестационарной твердофазной диффузией железа. Для получения сведений о кинетике электрохимической реакции анодного растворения железа из сплава, не искаженной диффузионными ограничениями в твердой фазе, воспользовались методом хронопотенциометрии, позволяющим получить не только качественную, но и количественную информацию о процессе анодного растворения.

Как известно, форма E, t – кривой (E – потенциал, t – время) зависит от скорости электрохимической реакции. В случае, когда электрохимическая стадия процесса является лимитирующей, уравнение хронопотенциограммы имеет вид:

$$E = -RT/\beta F \ln (nFC^0_A k_a/i) - RT/\beta F \ln[1-(t/\tau)^{1/2}] \quad (1)$$

где β – кажущийся анодный коэффициент переноса; F – число Фарадея; C^0_A – исходная концентрация железа в сплаве; k_a – константа скорости электрохимического процесса растворения; n – число электронов, участвующих в суммарном электродном процессе; t – время, с; τ – переходное время, при котором концентрация железа на поверхно-сти электрода становится равной нулю.

При оценке переходного времени необходимо учесть не только смещение межфазной границы, но и тот факт, что концентрация железа на поверхности сплава может не понизиться до нуля. Величина τ определяется выражением:

$$\tau^{1/2} = [z_A F \pi^{1/2} D_A^{1/2} C^0_A] / 2i(1 - V_m C^0_A) \qquad (2)$$

где z_A – коэффициент селективности; D_A – эффективный коэффициент диффузии, см^2/с; i – плотность тока, А/см^2; V_m – мольный объем сплава.

На E, t – кривых анодного растворения сплава железо-никель имеется ярко выраженная задержка потенциала, вызванная растворением железа, причем по мере перехода Fe в раствор потенциал постепенно смещается в положительную область, а при t, соответствующему переходному времени τ, происходит сдвиг E до значения, отвечающего растворению никеля.

Коэффициенты диффузии железа в сплаве, рассчитанные по уравнению (2), лежат в пределах $1{,}8 \cdot 10^{-15} \div 22 \cdot 10^{-14}$ в зависимости от плотности тока. В случае селективного растворения значения коэффициентов диффузии должны достигать величин $10^{-15} \div 10^{-12}$ см^2/с, что существенно превышает D в объеме чистых металлов (для Fe и Ni величина D составляет $10^{-36} \div 10^{-50}$ см^2/с). Высокие значения коэффициентов диффузии железа в сплаве железо-никель обусловлены его неравновесным состоянием. Причиной этому является избыточная концентрация структурных дефектов, генерируемых в поверхностном слое растворяющегося сплава.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что электролитический сплав железо-никель в кислом хлоридном растворе в начальный период растворяется селективно с преимущественной ионизацией железа.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДСЛОЁВ при ПРОИЗВОДСТВЕ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Чернов Н.К.

ЗАО «АМЕТИСТ-СТАН», г.Калуга, 248000, ул. Гагарина,1; тел. (484-2)74-42-41; E-mail: ametist-stan@mail.ru

Начиная с середины прошлого века, в нашей стране быстро развивалась электронная промышленность с соответствующим расширением ее материальной базы. В частности, было разработано большое количество различных типоразмеров тонких (0,1-0,5 мм) лент слоистых металлических композиционных материалов, в том числе лент с полосчатой плакировкой, получаемых методом совместной холодной прокатки разных металлов с промежуточным и конечным отжигом.

Настоящее сообщение посвящено решению технологической задачи выявления и устранения причин возникновения газовых пузырей при отжиге некоторых слоистых материалов с тонкими покрытиями (3-30 мкм).

Установлена причина их возникновения – термическая диссоциация остатков разрушенных при деформации окисных пленок контактных поверхностей исходных составляющих.

Проблема решена введением подслоев из химически активных металлов – раскислителей (Al и Zn).

Подслой наносится предварительно на материал покрытия: алюминий – методом плакирования (совместной холодной прокаткой); цинк – термодиффузионным насыщением путем отжига ленты покрытия в общем рулоне с лентой – испарителем (латунь Л63).

Описана кинетика процессов, происходящих в зоне контакта слоев трех типов композитов: медь-никель-медь, никель-медь-никель, медь-монель-медь.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА СОСТАВ И СВОЙСТВА МЕДНО–АЛЮМИНИЕВОГО ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ

Шевчук А.П., Радюк А.Г, Титлянов А.Е.

НИТУ «МИСиС», г. Москва, Ленинский пр-т, д.4, тел. 638-46-77

Известно /1/, что основными показателями, влияющими на тепловые потери через поверхность медных воздушных фурм доменных печей и их стойкость по износу являются тепловое сопротивление защитного слоя на поверхности фурмы, определяемое как отношение его толщины к коэффициенту теплопроводности, и износостойкость этого слоя, соответственно. По-этому исследования в работе были связаны с увеличением толщины, снижением коэффициента теплопроводности и повышением износостойкости защитного слоя.

Одним из путей достижения требуемых свойств является добавление к алюминиевому покрытию, напыляемому на поверхность фурм газопламенным способом, оксида алюминия. В качестве напыляемых материалов использовали порошки алюминия АКП (ТУ 48–5–38–78, химический состав: Al–97%, Fe–3%) и оксида алюминия (α-Al_2O_3). С использованием этих порошков напыляли алюминиевое покрытие, двухслойное покрытие Al/Al_2O_3 (сначала Al, затем Al_2O_3) и смеси оксида алюминия с алюминием, приготовленные в разной пропорции (1:1, 1:2, 1:3, 1:4 по объему, соответственно). Для нанесения покрытий использовали образцы из меди марки М1 (ГОСТ 859–01).

Для создания на поверхности образцов диффузионного слоя проводили их диффузионный отжиг в окислительной среде при температуре 780–800^{0}С и выдержке 4 ч.

Исследование распределения элементов в диффузионном слое прово-дили на рентгено-микроанализаторе «Cameca» модель MS–46.

Теплопроводность диффузионного слоя экспериментально определяли по номограмме электропроводности /2/. Измерение электропроводности образцов было произведено методом вихревых токов на приборе ВЭ–17 НЦ/5 (измеритель удельной электропроводности) по стандартной методике.

Для оценки износостойкости диффузионного слоя были проведены испытания на машине трения (схема втулка по плоскости). Показателем износостойкости испытываемых материалов являлась величина интенсивности изнашивания — отношением убыли массы к площади и пути трения.

Поскольку возможной причиной выхода воздушных фурм из строя остается прогар их рыльной части, то дополнительно были проведены испытания на жаростойкость при температуре 800^0С. Жаростойкость образцов оценивали по увеличению их массы по сравнению с первоначальной.

В результате исследований предположен механизм образования диф-фузионного слоя в системе «медь – газопламенное покрытие, содержащее смеси Al и Al_2O_3» при диффузионном отжиге, заключающийся во взаимном проникновении атомов Al и Cu, а молекулы Al_2O_3 смещаются к поверхности покрытия, что подтверждается результатами рентгеноспектрального микроанализа.

Было показано, что содержание алюминия на большей части диффу-зионного слоя, полученного напылением на медь двухслойного покрытия Al/Al_2O_3 и смесей Al_2O_3:Al=1:1, 1:2, 1:3, 1:4 по объему и последующего диффузионного отжига, не зависит от состава покрытия и изменяется только у его поверхности в интервале 15–30%.

Также установлено, что в результате напыления на медь двухслойного покрытия Al/Al_2O_3 и последующего диффузионного отжига образуется диффузионный слой, который по сравнению с диффузионным слоем, полученным из алюминиевого покрытия, имеет: толщину на 25–40% больше, коэффициент теплопроводности на 15% меньше, тепловое сопротивление на 45–60% больше, а износостойкость и жаростойкость на 25–35% больше.

В случае напыления на медь смесей Al_2O_3:Al=1:1, 1:2, 1:3, 1:4 по объему, образующийся в результате отжига которых диффузионный слой имеет толщину не больше, коэффициент теплопроводности на 10–50% меньше, а тепловое сопротивление на 10–30% больше, чем диффузионный слой, полученный из алюминиевого покрытия.

Таким образом, диффузионный слой, полученный с использованием двухслойного покрытия Al/Al_2O_3, может быть рекомендован на воздушных фурмах доменных печей для повышения стойкости и снижения тепловых потерь через их поверхность.

Литература

1. Пат. №2235789 РФ, МКИ С21В7/16. Дутьевая фурма доменной печи и способ нанесения защитного покрытия на дутьевую фурму доменной печи / А.Г. Маншилин, Е.Н. Складановский, В.И. Нецветов и др. (РФ). – №2002129285/02; заявлено 6. 11.02; опубл. 10.09.04.

2. Электрические и эмиссионные свойства сплавов / Е.М. Савицкий, И.В. Буров, С.В. Пирогова и др. –М.: Наука, 1978. –296 С.

СОДЕРЖАНИЕ

1	**Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.** Изучение механизма действия ионов никеля и ионов меди на процесс фосфатирования стали	6
2	**Акимова Е.Ф., Коровин Е.С., Меньшиков В.В.** Применение экологически безопасных процессов подготовки поверхности металлов с нанесением структурированных кремнийорганических покрытий взамен высокотоксичных процессов фосфатирования и хроматирования	8
3	**Алиева К.М.** Влияние поверхностных комплексных соединений на коррозию стали в водных средах	10
4	**Букатый А.С., Букатый С.А.** Энергетический метод назначения режимов упрочнения высокоточных и маложёстких деталей	13
5	**Ведерникова И.И., Егоров С.А.** Управление процессом анодирования при изготовлении и ремонте пневмопрядильных камер	15
6	**Веселовский А.А., Веселовский Р.А.** Математическое описание механизма формирования карбидных фаз при термодиффузионном ванадировании серых и высокопрочных чугунов	17
7	**Виноградов О.С. , Виноградова А.В.** Алгоритм расчёта концентрации загрязнений в ванне улавливания с электролизом промывной воды	18
8	**Виноградов С.Н., Севостьянов Н.В., Токарев Д.Д.** Физико-механические свойства покрытий сплавами медь-никель	20
9	**Винокуров Е. Г.** Методология разработки составов растворов для ресурсосберегающей технологии электроосаждения сплавов	22

10	**Вохидов А. С., Добровольский Л. О.** Эпиламирование в общей концепции наноразмерных покрытий: эффективность применения в отраслях промышленности	24
11	**Давыдов А.Н., Плохов С.В., Топорищева О.Б.** Параметры и закономерности электрохимического извлечения ионов металла из промывных вод после гальванического сернокислого кадмирования	26
12	**Демаков А.Г., Павлов Л.Н., Реформатская И.И.*, Кудрявцев В.Н.** Электроосаждение сплава хром-железо-молибден из электролитов, содержащих хром в соединениях Cr(III)	28
13	**Долгих О.В., Соцкая Н.В., Ву Тхи Зуен, Литвинова Е.А.** Электроосаждение никелевых покрытий из низкоконцентрированных глицинсодержащих электролитов	30
14	**Запотылько Н.Р., Недзвецкая А.А.** Металлизация зеркал кольцевого лазерного гироскопа методом холодного газодинамического напыления	32
15	**Ибрагимов Е.Х., Хинская О.В., Архипова Г.З., Орлова Е.А** Вопросы гальванотехники в судостроительной и судоремонтной отрасли	34
16	**Карбасов Б.Г., Устиненкова Л.Е., Жидеева М.Г.** Покрытия благородными металлами в производстве печатных плат и микроэлектронике	36
17	**Ким В.Е., Васильевский В.В., Губарь В.Я.** Технология и оборудование хромирования с использованием перемещения обрабатываемых деталей и анодных устройств	38
18	**Клеменкова В.С. , Соболева Е.С. , Кошель С. Г. , Доброхотов В.Б.** Применение композиционного меднофторопластового покрытия в узлах трения	40
19	**Клеменкова В.С. , Соболева Е.С. , Кошель С. Г. , Доброхотов В.Б.** Исследование коррозионного поведения композиционных никельфторопластовых покрытий	42

20	**Кругликов С. С.** Пути снижения затрат на природоохранные мероприятия в гальваническом производстве	44
21	**Крылов Е.А.** Создание экономичных в эксплуатации гальванических линий	46
22	**Кузнецов В.В., Пшеничкина Т.В., Шаталов А.С** Коррозионно-электрохимическое поведение осадков Ni-Mo, полученных из аммиачно-цитратного электролита	48
23	**Кузнецов В.В., Голянин К.Е.** Осаждение сплава железо-молибден из аммиачно-цитратного электролита	51
24	**Кулюшина Н.В., Мазурова Д.В., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А.** Разработка процесса нанесения адгезионных кремнийсодержащих покрытий на стальную поверхность	53
25	**Литовка Ю.В., Дьяков И.А., Кузнецова О.А., Ткачёв А. Г., Столяров Р.А.** Разработка технологии получения наномодифицированных гальванических покрытий	55
26	**Литовка Ю.В., Кириченко Г.А., Попова М.А., Попов А.С.** Система автоматизированного проектирования и управления гальваническими процессами	57
27	**Мазур В. А.** Организация современного комплекса: «Гальваническое производство – очистные сооружения», с учетом требований ресурсосбережения и экологической безопасности	59
28	**Останина Т.Н., Рудой В.М., Орлова А.С., Штрыба Н.И., Прокофьева А.С.** Электроосаждение металлических слоев на медьнаполненный композиционный материал	63
29	**Останин Н.И., Рудой В.М., Зайков Ю.П., Демин И.П., Шуклин М.А., Корякин В.М.** Исследование механизмов Снижения содержания примесей в катодном осадке меди	65

30	**Панарин А.В., Ильин В.А., Семёнычев В.В.** Изучение свойств карбидохромовых покрытий на изделиях из сплава ВТ6	67
31	**Паращук В.В., Ошкин И.В.** Антифрикционные покрытия. Инновационные решения для метизов	69
32	**Плетт А.** Биологическая регенерация процессов обезжиривания	71
33	**Плохов С.В.,Велиева Ю.В. , Корнев Р.А.** Влияние состава комплексных ионов на эффективность извлечения меди (II) из растворов и промывных вод после химической металлизации	72
34	**Подъюклова Й; Храбовска К; Пеликанова К; Доброводска Л; Ланик Т, Бартек В; Меньшиков В. В.** Покрытия с новыми функциями - новые перспективы	74
35	**Полякова Л.В., Архипова Т.А.** Новости технического регулирования	76
36	**Салахова Р.К., Жирнов А.Д.** Влияние процесса «трёхвалентного» хромирования на прочностные и усталостные характеристики конструкционной стали 30ХГСА	78
37	**Селиванов В. Н., Перелыгин Ю. П.** Влияние ПАВ на покрытия, полученные из раствора ускоренного горячего фосфатирования	80
38	**Серебровский В.В., Афанасьев Е.А., Ахмадуллин И.М., Богомолов С.А., Степашов Р.В., Сумин Е.А.** Влияние содержания ванадата натрия в электролите на микроструктуру сплава железо-ванадий	82
39	**Сироткин С.Н., Хухарева Н.Н., Воронина Т.А., Ведерников Н.М.** Электрохимическое полирование изделий из металлов и сплавов медицинского назначения	84

40	**Сироткин С.Н., Ведерников Н.Н., Воронина Т.А., Скомороха Е.В., Егоров В.М** Разработка, создание и внедрение автоматизированной установки анодно-гидравлической обработки труб	86
41	**Тураев Д.Ю.** Реагентный метод очистки промывной воды участка хромирования и обезвреживания отработанных электролитов хромирования с помощью новой добавки	88
42	**Тураев Д.Ю.** Возможности мембранного электролиза в гальваническом производстве	90
43	**Тураев Д.Ю.** Реагентный метод очистки электролита хромирования с помощью новой добавки	92
44	**Целуйкин В.Н. , Неверная О.Г., Яковлев А.В. , Целуйкина Г.В., Морковкин Ю.В., Василенко Е.А.** Электроосаждение и свойства композиционных покрытий на основе никеля	94
45	**Целуйкин В.Н.** Анодное растворение сплава железо-никель	96
46	**Чернов Н.К.** Применение технологических подслоёв при производстве слоистых композиционных материалов	98
47	**Шевчук А.П., Радюк А.Г, Титлянов А.Е.** Исследование влияния оксида алюминия на состав и свойства медно–алюминиевого диффузионного слоя	99

Для заметок

Для заметок

ПОКРЫТИЯ и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

Тезисы докладов
(материалы даны в авторской редакции)

Составитель: В.Н. Кудрявцев
Компьютерная вёрстка: О.А. Василенко

Подписано в печать 09.03.2010 г. Формат А5
Печ. л . 6,75, Тираж 200 экз.