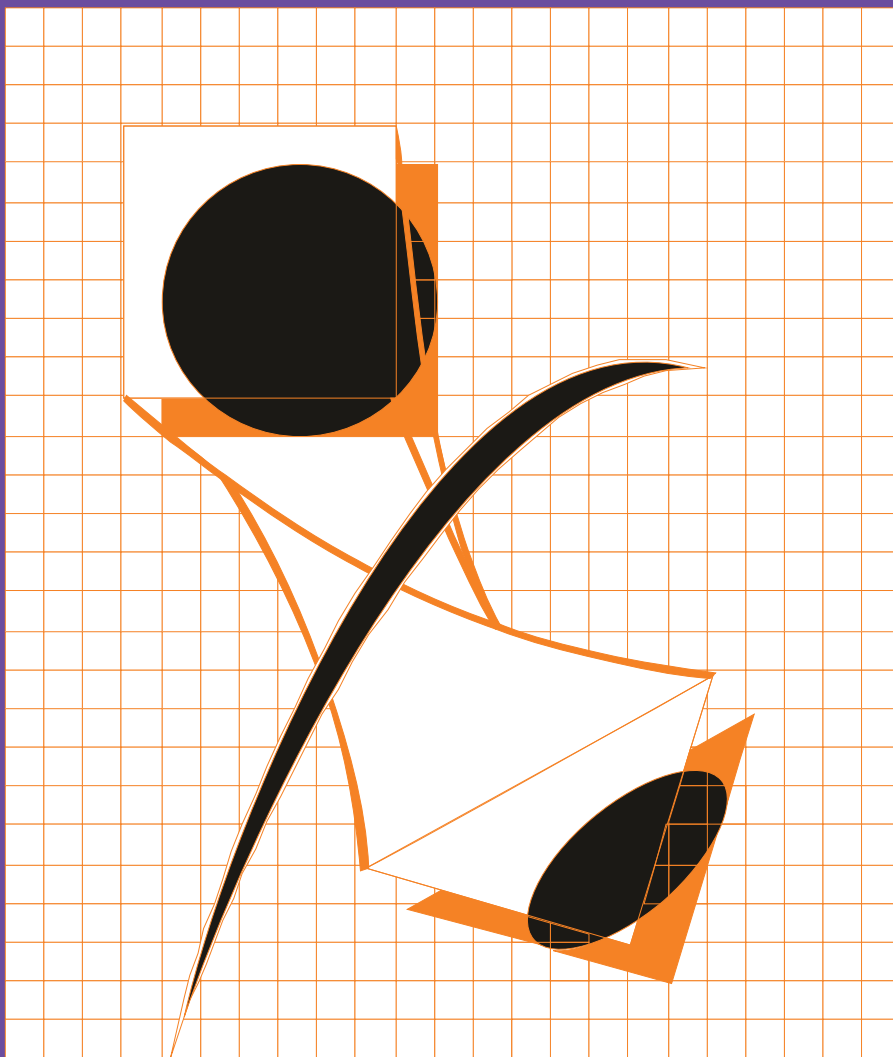


ГАЛЬВАНОТЕХНИКА

И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT



Наука
Экология
Технология
Оборудование
Печатные платы
Образование

Science
Environments
Processes
Equipment
PC boards
Training

Редакционная коллегия

Гл. редактор д.х.н. Кругликов С.С.
Российский химико-технологический
Университет им.Д.И.Менделеева, Москва

д.х.н. Байрачный Б.И., Харьков, Украина;
д.т.н. Виноградов С.С., Москва, Россия;
к.х.н. Григорян Н.С., Москва, Россия;
д.х.н. Данилов Ф.И., Днепропетровск,
Украина;
д.х.н. Давыдов А.Д., Москва, Россия;
к.х.н. Жарский И.И., Минск, Белоруссия;
д.х.н. Кайдриков Р.А., Казань, Россия;
д.т.н. Колесников В.А., Москва, Россия;
д.х.н. Кузнецов В.В., Москва, Россия;
к.т.н. Окулов В.В., Тольятти, Россия;
к.т.н. Скопинцев В.Д., Москва, Россия;
к.т.н. Смирнов К.Н., Москва, Россия;
к.т.н. Шишкина С.В., Киров, Россия

Зав. редакцией Орехова Е.С.
Компьютерная верстка Царева Е. В.

125047, Москва, Миусская пл., д.9
Тел. редакции: 8(499)978-59-90,
факс:8(495)609-29-64
E-mail: gtech@muctr.ru

Основатель журнала

Кудрявцев Владимир Николаевич,
д.х.н., профессор
Российский химико-технологический
Университет им. Д.И. Менделеева

Спонсоры

Компания "Умикор Гальванотехник",
Швабиш-Гмюнд, Германия

Перевод рефератов - проф. Кругликов С.С.

Editorial Board

Editor-in-Chief prof. S. Kruglikov
Mendeleev University of Chemical
Technology of Russia, Moscow

Bajrachnyj B.J., Charkov, Ukraina;
Danilov F.I., Dnepropetrovsk, Ukraina;
Davydov A.D., Moscow, Russia;
Grigoryan N.S., Moscow, Russia;
Kajdrikov R.A., Kazan, Tatarstan, Russia;
Kolesnikov V.A., Moscow, Russia;
Kuznetsov V.A., Moscow, Russia;
Okulov V.V., Togliatti, Russia;
Schischkina S.V., Kirov, Russia;
Skopintsev V.D., Moscow, Russia;
Smirnov K.N., Moscow, Russia;
Vinogradov S.S., Moscow, Russia;
Zharskii I.M., Minsk, Belorussia

125047, Moscow, Miususkaya Sq.9
Tel.: 7(499)978-59-90,
Fax:7(495)609-29-64
E-mail: gtech@muctr.ru

Founders

Kudryavtsev V.N.
Mendeleev University of Chemical Technology
of Russia, Moscow

Sponsors

"Umicore Galvanotechnik" GmbH,
Schwaebisch Gmuend, Germany

Russian-english abstracts translator
prof.Kruglikov S.S.

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников www.galvanicrus.ru

Интернет-сайт журнала www.galvanotehnika.info

ГАЛЬВАНОТЕХНИКА и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

Издаётся с 1992 г.

№ 1

2016 год

том XXIV

Содержание

<i>Ответы на вопросы читателей</i>	Об абразивной обработке медных сплавов перед никелированием	4
	О возможном изменении размеров титановых деталей в ходе гидридной обработки	4
	Об использовании хромового ангидрида технической квалификации для приготовления электролита хромирования	5
	Предотвращение дендритообразования при хромировании из электролитов на основе трехвалентного хрома	6
	Проблема непрочности деталей в барабане из цинкатного электролита	6
	О возможности блестящего цинкования в сочетании с бесцветным хромированием	6
	О проблемах при эмалировании	7
Режим термообработки кадмиевых деталей перед фосфатированием	7	
<i>Электроосаждение металлов и сплавов</i>	Электроосаждение тройных сплавов кобальта с тугоплавкими металлами Ведь М. В., Сахненко Н. Д., Гапон Ю.К., Ненастина Т.А.	14
	Применение двухкамерного погружного электрохимического модуля (ПЭМ) для повышения устойчивости свинцового анода в агрессивных средах Кругликов С.С., Некрасова Н.Е., Невмятуллина Х.А., Харин П.А., Кругликова Е.С.	22
	Исследование влияния присутствия нитевого полипропилена в сернокислом электролите меднения на свойства электролита и получаемых из него покрытий Вашина Е.А., Попов А. Н.	26
	Исследование стабильности процесса электроосаждения сплава никель-фосфор из сульфатно-глицинатно-хлоридного электролита Логинова О. Ю., Шестакова Д. И., Ермоленко Ю.В., Цупак Т. Е., Винокуров Е. Г.	31
<i>Методы исследований</i>	Твердотельный полярограф Руденок В.А.	37
<i>Вопросы теории</i>	О некоторых особенностях использования потенциостатического режима при электроосаждении металлов и сплавов Кругликов С.С.	40
<i>Стандартизация</i>	Новый закон о стандартизации Полякова Л.В., Архипова Т.А., Невмятуллина Х.А.	48
<i>Информация</i>	Учебник «Теоретическая электрохимия»	56
	Курсы повышения квалификации	64-65
	Выставки, конференции, семинары. Книги	59

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников
www.galvanicrus.ru

ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT

Published since 1992

№ 1

2016

т. XXIV

Contents

<i>Answers for reader questions</i>	On the abrasive treatment of copper alloys before nickel plating	4
	On possible reduction of size of the titanium parts in the course of hydride treatment	4
	On the use of chromic acid of technical grade for making up of chromium plating	5
	Prevention of dendrites formation in trivalent chromium plating backs	6
	The problem of incomplete coating of the surface of parts in barrel zinc plating from zincate bath	6
	On bright zinc plating in zincate bath	6
	On certain problems of ematal-process	7
	On the designation of the type of pretreatment used before phosphating	7
<i>Electroplating of metals and alloys</i>	Electrodeposition of ternary cobalt alloys with refractory metals <i>Ved M.V., Sakhnenko N.D., Gapon Yu.K., Nenastina T.A.</i>	14
	The Use of Two-chambers Immersed Electrochemical Modules (IEM) to Improve the Stability of Lead Anodes in Aggressive Media <i>Kruglikov S.S., Nekrasova N.E., Nevmyatullina Kh.A., Kharin P.A., Kruglikova E.S.</i>	22
	Study of the Influence of Polypropylene Fibers, Contacting with Copper Sulfate Plating Solution, on the Properties of the Electrolyte and Copper Coatings <i>Vashina E. A., Popov A. N.</i>	26
	Study of the Stability of Ni-P Electrodeposition Process from Sulfate-Glycinate-Chloryde Bath <i>Loginova O. Yu., Shestakova D.I., Ermolenko Yu. V., Tsupak T.E., Vinokurov E.G.</i>	31
<i>Experimental Methods</i>	Polarograph with Solid Electrode <i>Rudenok V.A.</i>	37
<i>Problems of theory</i>	Certain Features of the Electrodeposition of Metals and Alloys under Potentiostatic Conditions <i>Kruglikov S.S.</i>	40
<i>Standart specification</i>	New Law Concerning State Standards <i>Polyakova L.N., Arkhipova T.A., Nevmyatullina Kh.A.</i>	48
<i>Information</i>	On the training courses for plating engineers Congressess, Conferences, Meetings	64-65 59

Internet-site Russian Society of Platers
www.galvanicrus.ru

Об абразивной обработке медных сплавов перед никелированием

On the abrasive treatment of copper alloys before nickel plating

ВОПРОС: На нашем предприятии есть процессы никелирования: матовое и черное. Для улучшения адгезии и для получения черного матового покрытия никелем проводится обработка электрокорундом №16 деталей из латуни (ЛС59, Л63), бронзы (БрБ2), меди (М1).

Можно ли обрабатывать электрокорундом детали из медных сплавов? Как влияет обработка на гальваническое покрытие? Могут ли оставаться частички электрокорунда на поверхности детали? Как это влияет на гальваническое покрытие? (детали изготавливаются из медных сплавов, как из листового материала, так и из прутка).

ОТВЕТ: Обработка крупнозернистым абразивом повышает шероховатость поверхности детали, что приведёт к повышению прочности сцепления покрытия с основой, повышению шероховатости самого покрытия (его матовости).

Вероятность того, что частицы крупнозернистого электрокорунда №16 будут застревать в перечисленных Вами материалах, невелика. В принципе, вероятность застревания частиц абразива в шлифуемом материале, зависит от многих факторов (вязкости шлифуемого материала, размера зерна, силы и угла прижима шлифующего инструмента и др.). Среди указанных Вами материалов относительно высокую вязкость имеет только медь. Электрокорунд №16 как раз наиболее подходит для шлифования вязких материалов, поэтому, подбирая подходящие режимы шлифования, можно снизить вероятность застревания частиц абразива практически до нуля.

В том случае, если на поверхности останутся частицы неэлектропроводного корунда (Al_2O_3) никелевое покрытие будет иметь поры, соответствующие размерам неэлектропроводной частицы. В зависимости от размера частиц и толщины покрытия абразивный материал может либо полностью зарости никелем, либо (что более вероятно) абразивные частицы будут возвышаться над поверхностью никеля так, как это бывает при осаждении абразивных композиционных покрытий.

К.т.н. Мамаев В.И.

О возможном изменении размеров титановых деталей в ходе гидридной обработки

On possible reduction of size of the titanium parts in the course of hydride treatment

ВОПРОС: Появилась серьезная проблема, при химическом никелировании внутренней поверхности титановых деталей происходит подтравливание, тем самым получается прослабленный размер.

Деталь (сплав вт6с, вт23) сначала подвергают пескоструйной обработке, затем обезжириванием и закладываем деталь в раствор гидридной обработки (соляная и серная кислота - высококонцентрированный раствор), затем хим. никель в установке УХН-905М. (<http://www.tesar.ru/production/galvan/uhn905/>) Размер детали до 36,030, после хим. никеля такой же 36,030.

Раствор хим. никелирования: гипофосфит натрия 20-25г/л, Ni^{+2} 20-25г/л, натрий уксуснокислый 10-15г/л, аминокислота 10-15г/л, тиомочевина 0,004г/л. рН 4,5-5,0; $t = 90 \pm 2^\circ C$. Время 1-1,5 часа.

Внешний вид покрытия матовый, без вздутий и отслаивания. Но толщины покрытия практически нет.

Думали, что гидридная обработка подтравливает сильно деталь, но по всем инструкциям ВИАМ, гидридная обработка снимает 5-7 мкм.

Так же делали хим. ник. в одноразовом растворе, такая же подготовка поверхности. Раствор: гипофосфит натрия 20-25г/л, Ni^{+2} 20-25 г/л аминокислота 10-15г/л, рН 4,5-5,0; $t = 90 \pm 2^\circ C$. В течение 10 мин выдерживаем деталь в первом разовом растворе, затем деталь переносим во второй разовый раствор (такой же абсолютно раствор). Покрытие очень хорошего качества, однако, размер что и до обработки, как и в первом случае.

Может быть, вы подскажете, за счет чего происходит подтравливание, или иную причину возникновения проблемы.

Инженер-технолог "558 АРЗ" РБ

ОТВЕТ: Для поиска причины отсутствия увеличения размеров детали после покрытия необходимо:

1. Экспериментально измерить величину стравливания титановой основы в процессе гидридной обработки путём замера детали до и после гидридной обработки (из вашего текста непонятно, 5-7 мкм – это фактический съём или допускаемый по инструкции);

2. Экспериментально измерить толщину никель-фосфорного покрытия.

Очевидно, что в вашем случае эти величины должны быть равны. Теоретически в вашем растворе скорость покрытия должна быть примерно 15-20 мкм/час.

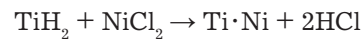
Таким образом, если скорость химического никелирования существенно ниже 15 мкм/час, то причину нужно искать в низкой скорости химического никелирования. Одной из причин низкой скорости процесса никелирования может являться слишком высокая концентрация тиомочевины. Попробуйте её снизить до 0,001 или даже до 0,0005 г/л. Тиомочевина является «каталитическим ядом» и существенно тормозит процесс восстановления никеля. Тиомочевина должна вводиться в очень малых количествах для предупреждения саморазложения раствора в случае попадания посторонних примесей или накопления фосфитов выше допустимого предела и выпадения их в виде мелкодисперсного осадка. Механизм действия тиомочевины заключается в её адсорбции на поверхности мелких частиц и снижения их каталитической активности. В случае высокой концентрации адсорбция тиомочевины может происходить не только на поверхности мелких частиц, обладающих большей поверхностной энергией, но и на поверхности обрабатываемой детали и снижать её каталитическую активность.

Ещё одной причиной пониженной скорости восстановления никеля может быть слишком высокая концентрация ионов никеля в вашем растворе. Концентрация ионов никеля Ni^{+2} 20-25г/л \approx соответствует 100 г/л соли никеля. По-видимому, у вас либо опечатка, либо очень сильное превышение концентрации ионов никеля. Обычно концентрация 20-25г/л соответствует не концентрации ионов никеля, а концентрации солей никеля $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ или $NiCl_2 \cdot 6H_2O$.

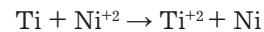
В том случае, если скорость покрытия соответствует норме, то причина кроется в чрезмерном растравливании титана в процессе гидридной обработки. Нужно проверить соответствие концентраций кислот и температуры норме, проверить концентрацию титана в растворе гидридной обработки (выше 15 г/л нежелательно), попытаться снизить время гидридной обработки (время обработки в значительной мере зависит от степени выработки раствора (концентрации титана).

В том случае, если съём титана в процессе гидридной обработки меньше толщины осаждённого никеля, а размеры детали после покрытия остались неизменными, то можно предположить, что растворение титана происходит и в процессе химического осаждения никеля. Например, вос-

становление никеля может происходить не только за счёт восстановления гипофосфитом, но и за счёт восстановления гидридом титана.



При определённых условиях возможно восстановление никеля за счёт контактного обмена.



В результате этой реакции происходит замещение титана на эквивалентное количество никеля. Таким образом, никелевое покрытие будет наращиваться без увеличения толщины детали.

Если предложенные рекомендации не дадут желаемого результата, а толщина и качество химического никелевого покрытия Вас устраивает, то можно пойти по пути корректировки размеров детали на стадии её механического изготовления.

К.т.н. Мамаев В.И.

Об использовании хромового ангидрида технической квалификации для приготовления электролита хромирования
On the use of chromic acid of technical grade for making up of chromium plating

ВОПРОС: Можно ли готовить электролит хромирования из технического хромового ангидрида?

ОТВЕТ: Электролит хромирования может быть приготовлен из технического хромового ангидрида. После его растворения нужно дать раствору постоять, чтобы осели все твердые частицы, которые содержатся в ангидриде.

Потом провести декантацию. При этом надо учитывать, что ангидрид содержит 0,4% сульфатов. Этот факт нужно учитывать, когда будите готовить электролит. Либо после растворения хромового ангидрида осадите сульфаты углекислым барием, либо вводите серную кислоту после проведенного анализа на сульфаты. Важное значение имеет вода, в которой будете растворять ангидрид. Если водопроводная вода очень жесткая и содержит много железа, лучше использовать конденсат или дистиллированную воду.

Предотвращение дендритообразования при хромировании из электролитов на основе трехвалентного хрома

Prevention of dendrites formation in trivalent chromium plating backs

ВОПРОС: Как избавиться от дендритов при хромировании из электролитов, содержащих трехвалентный хром? Покрытие наносится на медь и сталь.

ОТВЕТ: Хромирование осуществляют, как известно, из 2-х типов электролитов :на основе шестивалентного хрома (хромовая кислота) (1) и из солей трехвалентного хрома (2). Электролит 1-го типа содержит очень небольшое количество трехвалентного хрома, который не может быть причиной появления дендритов. К сожалению, Вы не указали, с каким электролитом работаете. Появление дендритов в электролитах (1) и (2) может быть связано с плохой рассеивающей способностью, если дендриты появляются на острых углах или по кромкам изделия. Бороться с этим следует, подбирая соответствующие экраны, добиваясь равномерного распределения тока по поверхности изделия. Если же дендриты образуются на поверхности детали (что м.б. в электролитах 2-го типа), то значит - высока рабочая плотность тока.

К.х.н. Солодкова Л.Н.

Проблема непокрытия деталей в барабане из цинкатного электролита

The problem of incomplete coating of the surface of parts in barrel zinc plating from zincate bath

ВОПРОС: Возникла проблема с цинкованием автоматных сталей на барабанной линии. Детали могут не покрываться полностью или частично.

После того как день, два полежат в растворе радужной пассивации покрываются. Подготовка стандартная ЭХО, промывки, травление в соляной кислоте, промывки, цинкование. Электролит цинкатный, плотность тока 1-1,2 А/дм². Как можно изменить подготовку, что бы детали получились с первого раза?

ОТВЕТ: Подготовку поверхности перед цинкованием в цинкатном электролите целесообразно завершать активацией на аноде в щелочной ванне (1-2 минуты) при режимах, типичных для обезжиривающих процессов. Анодную активацию возможно совмещать с анодным обезжириванием, если ванна не слишком загрязнена или сделать специальную щелочную ванну непосредственно перед цинкованием. В последнем случае возможно переносить детали в ванну цинкования без промывки. Если положительный результат не будет достигнут, следует обратить внимание на выбранный электролит цинкования (добавки, режимы, "катодно-анодное хозяйство" и т.д.).

О возможности блестящего цинкования в сочетании с бесцветным хромированием

On bright zinc plating in zincate bath

ВОПРОС: Существует процесс блестящего цинкования с бесцветным хромированием, в котором есть операция пассивирования (состав раствора: соль Ликонда 22М, азотная и фтористоводородная кислоты в небольшом количестве). Ванну пассивации заправили свежим раствором, сделали анализ по хрому, всё было в норме, а на следующий день в ванне плавает что-то, вероятно хром из шестивалентного перешел в трех. Что могло произойти?

ОТВЕТ: Если в ванне "плавает что-то", то это могут быть, например, органические добавки для цинкования или индустриальное масло, которые способны окисляться хромовой кислотой с восстановлением хрома VI до хрома III. В этом случае раствор анализируют на содержание хром III и если его много, то загрязненный раствор следует заменить или очищать с помощью, например, ПЭМ (погружной электрохимический модуль) С.С. Кругликова.

Хром III образуется и в процессе штатной работы ванны, но это происходит в накопительном режиме при длительной эксплуатации.

К.т.н. Окулов В.В.

О проблемах при эматалировании
On certain problems of ematal-process

ВОПРОС: Нужна помощь в разъяснении вопроса, касающегося процесса Ан.Окс.эмт. Для чего в процессе эматалирования применяется намыливание (обработка деталей намыленным марлевым тампоном в конце процесса, после идет промывание, сушка и снятие изоляции)? Заинтересовал тот факт, что в ОСТах старых годов про намыливание нет никакой информации, изучая новые ОСТы, нашла информацию о необходимости применения намыливания. А вот для чего применяется этот процесс там не написано. Вследствие этого и возник вопрос, для чего применяется намыливание и почему в старых ОСТах нет никакой информации об этой операции.

Состав электролита: хромовый ангидрид 100-110 г/л; кислота борная 3-4 г/л. Аноды свинцовые. Плотность тока 0,3-1,0 А/дм²; t 42-48°C; время - 40 мин. Покрываются алюминиевые деформируемые сплавы: АМг5, АМц, Д16; алюминиевые литейные сплавы: АЛ2, АЛ9.

ОТВЕТ: Обычно для эматалирования в хромово-борном электролите берут более низкие концентрации хромового ангидрида - 30 - 35 г/л. Возможно, из-за повышенного содержания хромового ангидрида (до 100 г/л) Ваш раствор обладает повышенной кислотностью и соответственно повышенной электропроводностью, поэтому при том же напряжении Вы получаете плотность тока выше, чем заявлено в технологическом стандарте. Если толщина получаемых покрытий, их внешний вид и защитные свойства Вас устраивают, то такое отклонение допустимо; в противном случае надо повысить напряжение или снизить концентрацию хромового ангидрида.

Что касается обработки мыльным раствором после эматалирования, то раньше она никогда не применялась. Могу предположить, что таким образом устраняется избыточная кислотность из внешнего слоя пор покрытия, хотя этого можно добиться просто тщательной промывкой после эматалирования. Во всяком случае, следует обратиться за разъяснениями к разработчикам стандарта.

ВОПРОС: На нашем гальваническом участке проводится анодирование алюминиевых спла-

вов в сернокислом электролите (С=200г/л). Ванна объемом 1000л. Работаем на ванне почти 5лет. По результатам последних анализов концентрация примеси алюминия почти 25 г/л. Вопрос: Необходимо ли нам производить замену ванны при таком содержании примеси алюминия? По каким критериям оценивают ванну, когда ее менять? Есть ли какие-нибудь способы очистки ванны от примесей?

ОТВЕТ: Обычно считается, что предельное накопление алюминия в сернокислотной ванне анодного оксидирования алюминия 25 г/л. Признаками накопления является образование рыхлых стирающихся покрытий. Алюминий можно удалять из ванны реагентными или ионообменными методами, но они трудоемки и дороги. Поэтому из сравнительно дешевого сернокислотного раствора обычно удаляют алюминий, сливая половину раствора и добавляя недостающее количество серной кислоты и воды; при этом концентрация алюминия снижается вдвое.

К.т.н. Скопинцев В.Д.

Режим термообработки кадмиевых деталей перед фосфатированием.

On the designation of the type of pretreatment used before phosphating

ВОПРОС: Возник такой вопрос: наткнулись на детали с покрытием Кд9т Хим.Фос.окс. Подскажите, что значит буква "т"? И если это термообработка, то зачем она нужна на кадмированных деталях (перед фосфатированием) и при каком режиме ее выполнять?

ОТВЕТ: В обозначении Кд9т Хим. Фос.окс. буква т - означает термообработку, которую проводят после процесса кадмирования с целью обезводороживания и предотвращения водородной хрупкости стали.

Режим термообработки следует выбрать в зависимости от марки стали по ГОСТ 9.305-84, карта 84.

Как правило, это прогрев в печах при температуре 180-200 градусов в течение 2-4 часов в зависимости от материала основы.

К.х.н. Григорян Н.С.



ТЕХНОЛОГИИ И ХИМИКАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Фирма UMICORE (Германия) - ведущий в Европе разработчик, производитель и продавец технологий и электролитов для нанесения гальванических покрытий из драгоценных и основных металлов, соединений драгоценных металлов, платинированных анодов.



- **AURUNA®** - электролиты золочения для нанесения декоративных и функциональных покрытий. Серия AURUNA® включает следующие процессы: гальваническое, иммерсионное золочение, прямое нанесение золота на нержавеющую сталь, электролитическое золочение.
- **ARGUNA®** - разработаны и производится целый ряд электролитов серебрения для нанесения декоративных и функциональных покрытий. Покрытия из серебра обладают специальными оптическими и электрическими свойствами.
- **MIRALLOY®** - процесс нанесения сплава медь-олова и медь-олово-цинк в качестве защитного и декоративного покрытия с целью замены никелевого покрытия.
- **NIRUNA®** - процесс нанесения на печатные платы химического никеля и иммерсионного золота. Химически осажденные покрытия никеля и золота отличаются оптимальной защитой от коррозии, хорошо подвергаются паянию и бондеризации.
- **AURUNA-FORM®** - процесс гальванопластики при изготовлении ювелирных изделий
- **PLATINODE®** - специальные фигурные аноды, стойкие в коррозионных средах для электроосаждения драгоценных металлов, платинированные молибденовые ленты и проволоки для светотехнической промышленности.



ТЕПЛОЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ

Фирма MAZURCZAK (Германия) - одна из ведущих европейских фирм, специализирующихся на производстве теплоэлектронагревателей, в том числе для гальванического производства. Нагревательные элементы подходят для любых производственных условий и нагревают жидкости, расплавленные массы, пары и газы. Фирма MAZURCZAK предлагает широкий спектр нагревателей, датчиков, вспомогательного оборудования производимого компанией, в том числе:



- Нагреватели для ванн ROTKAPPE для нагрева всех технологических сред и для различных областей применения.
- Нагревательные стержни из PTFE GALMAFORM и GALMAFLEX предназначенные для прямого электрического нагрева в установках и резервуарах, где требуются самые маленькие размеры и отличная степень устойчивости по отношению к сильно агрессивным технологическим растворам.
- Тефлоновые нагревательные элементы GALMATERM для прямого электрического нагрева установок и резервуаров, где требуются небольшие размеры, высокая производительность и отличная степень устойчивости по отношению к агрессивным технологическим растворам.
- Патронные нагревательные элементы CALOR для прямого нагрева жидкостей, расплавленных масс, паров и газа.
- Поплавковые датчики уровня жидкости, электроконтактные зонды уровня, датчики температуры и соответствующая электроника для регулирования и контроля температуры и уровня раствора.



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ФИРМ UMICORE и MAZURCZAK В РОССИИ:
ЗАО "ХИМСНАБ"
420030, г. Казань, ул. Набережная, 4 тел.: (843) 214-52-25
E-MAIL: INFO@CHEMPRU, WWW.CHEMPRU

«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

т. +7 (911) 916-0706 +7 (911) 233-7916

E-mail: info@radan.su & radan2000@mail.ru Url: www.radan.su

Предприятие «РАДАН» является инжиниринговой компанией и более 23 лет специализируется на выполнении комплекса работ по техническому перевооружению, новому строительству производственных мощностей предприятий от проектирования до ввода в эксплуатацию:

- *Гальвано-химических производств на отечественном или импортном оборудовании*
- *Очистных сооружений промышленных сточных вод от гальвано химических производств, в том числе с полным или частичным возвратом воды на повторное использование*
- *линий подготовки изделий под порошковые покрытия*

Разработка проектов

Проекты любой сложности, в том числе с прохождением государственной экспертизы, от сбора и обработки исходных данных и составлением Задания на проектирование или Технологических заданий. Взаимодействия с отраслевыми (головными) проектными институтами и различными структурами по данной специализации.

Экспертные заключения

Экспертиза технологических решений в разработанных или реализованных проектах, технических предложениях по гальвано-химическим производствам и очистным сооружениям. Эффективность и гарантии получения конечных результатов реализации принимаемых решений.

Реализация проектов. Поставка, шеф-монтаж или монтаж комплектов или единичного оборудования:

- ✓ Автоматизированные, ручные гальванические линии и очистные сооружения в полной комплектации
- ✓ Оборудование для гальванических линий и очистных сооружений (фильтры, деминерализаторы, сепараторы, холодильные установки, выпарные установки, абсорберы, емкостное оборудование, пресс-фильтры, отстойники и т.д.)

Ввод оборудования в эксплуатацию (пуско-наладочные работы)

Проведение работ высококвалифицированным персоналом, имеющих большой практический опыт в области современных требований к реализации проектных решений и к эксплуатации гальвано-химического оборудования.

Разработка эксплуатационной документации

Разработка Технологических регламентов, Руководств по эксплуатации, Технических паспортов на комплексы оборудования гальванического производства и очистных сооружений, отвечающих требованиям безопасной эксплуатации таких производств.

Комплексный подход по организации гальвано-химических производств и очистных сооружений позволяет максимально снизить капитальные и эксплуатационные затраты и обеспечить экологическую и промышленную безопасность предприятиям любых отраслей промышленности.



- ✓ Разработка и производство современных гальванических линий по европейским стандартам;
- ✓ Комплексное оснащение гальванических производств;
- ✓ Поставка отдельных единиц оборудования;
- ✓ Изготовление вентиляционных систем из пластика с очисткой воздуха;
- ✓ Модернизация гальванических линий;



Сертификат ISO 9001

Разрешение РОСТЕХНАДЗОРА

Свидетельство СРО

ООО «РТС Инжиниринг»
107076, Москва, ул. Атарбекова 4 • Тел.: +7(495) 964-47-48 • Факс: +7 (495) 964-47-39
e-mail: main@rts-engineering.ru • <http://www.rts-engineering.ru>

ВЫПРЯМИТЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



Повышенная надежность

- перераспределение нагрузки
- новая система охлаждения
- защита класса IP65
- 2 года гарантии

Управление и автоматизация

- сенсорная панель управления
- совместимость с Пульсар ПРО
- подключение датчиков и исполнительных устройств
- гибкость настроек

Эффективность

- коэффициент мощности $\approx 0,97$
- стоимость обслуживания снижена в разы
- КПД $\approx 90\%$



Новая модульная система

- легкость конфигурирования
- облегчённая конструкция
- улучшенная эргономика
- простое обслуживание
- компактный размер

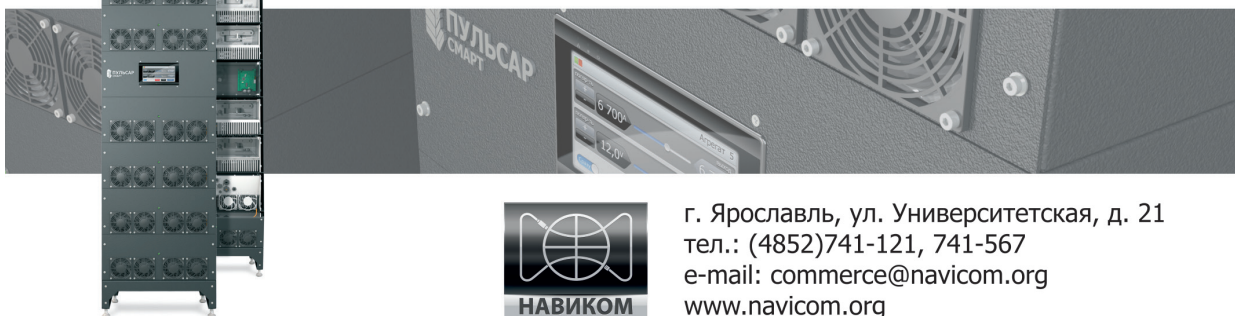
Качество получаемого покрытия

- равномерное нанесение
- ровная форма тока

Безупречная и бесперебойная работа при максимальных нагрузках!

Особенности:

- отправка подменного модуля в течение 1-го дня
- самостоятельная замена модуля за 30 минут
- увеличенное время наработки на отказ
- использование меньшей площади
- защищённость от внешней среды
- до 16 независимых выходов
- легкость управления
- высокий КПД и cosφ
- модульная система
- ток без пульсаций



г. Ярославль, ул. Университетская, д. 21
тел.: (4852)741-121, 741-567
e-mail: commerce@navicom.org
www.navicom.org

ЭЛМА
торговый дом

Тел./факс: многоканальный:
+7 (812) 490-75-03,
+7 (812) 921-48-02
info@td-elma.ru www.td-elma.ru

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ БЫСТРО И КАЧЕСТВЕННО

Новые решения для Вашего производства

- ТВЕРДОЕ ИЗНОСОСТОЙКОЕ ХРОМИРОВАНИЕ
- БЕСПОРИСТОЕ ХРОМИРОВАНИЕ
- МНОГОСЛОЙНОЕ ХРОМИРОВАНИЕ

Технологии и оборудование «под ключ»

а также любой этап цикла:
проектирование, изготовление,
авторский надзор, поставка,
шефмонтаж, запуск в эксплуатацию,
обучение персонала

Более подробную информацию Вы можете получить
на нашем сайте: www.galvanochrom.ru
по электронной почте: manager@galvanochrom.ru
по телефону: +7 (812) 336-93-82

Нестандартные задачи и их решение - это наш профиль!

ГАЛЬВАНОХРОМ
GALVANOCHROME
Санкт-Петербург



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МОНТАЖ, ПУСКОНАЛАДКА И
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ**

TAGAT.RU



АО «ТАГАТ» им. С.И. Лившица: единственное в стране специализированное предприятие по проектированию и изготовлению оборудования для нанесения гальванических, химических и анодизационных покрытий и систем очистки сточных вод от гальваносточков.

С февраля 2012 года АО «ТАГАТ» им. С.И. Лившица входит в группу компаний «АРТИ».

**Гальваническое оборудование
любой сложности
«под ключ»**



1 ПЛАНИРОВАНИЕ

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3 ПРОИЗВОДСТВО

4 РЕЗУЛЬТАТ

5 ПОДДЕРЖКА

АО «ТАГАТ» им. С.И. Лившица предлагает :

- Линии автооператорные автоматические и механизированные
- Линии кареточные овалыные подвесочные, конвейерного типа
- Комплексы для очистки сточных вод гальванического производства
- Системы управления автооператорами в механизированном и автоматическом режиме
- Установка хромирования длинномерных штоков
- Средства малой механизации
- Ванны для подготовки поверхности и нанесения покрытий
- Лабораторные установки
- Автооператоры подвесные, порталные и консольные
- Барабаны для нанесения гальванических и химических покрытий
- Корзины титановые для анодов различных типоразмеров
- Сушильные камеры для сушки мелких деталей насыпью
- Фильтровальные установки для фильтрации электролитов от механических загрязнений
- Запасные части для различных узлов гальванического оборудования
- Ванны и ёмкости
- Системы приточной и вытяжной вентиляции из различных материалов



392030, Россия, г. Тамбов, Моршанское шоссе, 21
Тел.: +7 (4752) 53 70 03, +7 (4752) 53 25 03;
Факс: +7 (4752) 45 04 15
115088, Россия, г. Москва,
ул. Шарикоподшипниковская, д.13, ст.2
Тел.: +7 (495) 797 85 67, +7 (495) 797 85 68
Факс: +7 (495) 642 05 78
www.tagat.ru office@tagat.ru

УДК 621.357

Электроосаждение тройных сплавов кобальта с тугоплавкими металлами

Ведь М. В., Сахненко Н. Д., Гапон Ю.К., Ненастина Т.А.

Ключевые слова: сплав кобальт-молибден-вольфрам; электролиз; цитратно-пирофосфатный электролит; морфология сплава.

Исследовано влияние условий электролиза на состав и выход по току сплава кобальт-молибден-вольфрам, осажденного из цитратно-пирофосфатного раствора. Показано, что покрытия с высокими физико-механическими свойствами формируются при соотношении концентраций сплавообразующих компонентов $\text{Co}^{2+}/(\text{WO}_4^{2-}+\text{MoO}_4^{2-})=1:1$, а лигандов $\text{Cit}/\text{Piro}=1:2$. Установлено влияние условий и режима электролиза на структуру и морфологию сплава. По результатам атомно-силовой и сканирующей электронной микроскопии сделан вывод об аморфной структуре сплава.

Electrodeposition of ternary cobalt alloys with refractory metals

Ved M.V., Sakhnenko N.D., Gapon Yu.K., Nenastina T.A.

Keywords: alloy cobalt–molybdenum–tungsten; citrate–pyrophosphate electrolyte; electrolysis; morphology of alloy.

Effects of major parameters of electrolysis in a citrate-pyrophosphate electrolyte on the alloy composition and current efficiency of cobalt–molybdenum–tungsten alloy were investigated. The influence of electrolyte pH on the alloy composition and current efficiency are shown in Fig.1. It is shown that the coatings with high physical and mechanical properties are formed at the concentration ratio of alloying components $\text{Co}^{2+}/(\text{WO}_4^{2-}+\text{MoO}_4^{2-})=1:1$, and ligands ratio $\text{Cit}/\text{Piro}=1:2$ (Fig.2,4). Deposition rate and total content of the refractory components in the alloy vary with the current density (Fig. 3). Electrodeposition of the ternary alloy is carried out at current densities of 2-6 A/dm², temperature in the range 293°-333°K and agitation of the electrolyte. The effect of the conditions of electrolysis on the structure and morphology of the alloy is shown in Fig.5. Results of atomic force microscopy and scanning electron microscopy demonstrated amorphous alloy structure (Fig. 6,7). It was shown that crystallite size is up to 600 nm, when the content of the refractory components W, Mo was close to 30 wt%.

Введение

Значительный интерес для многих отраслей промышленного производства представляют материалы с высоким уровнем функциональных свойств, среди которых прочность, микротвердость, износо- и коррозионная стойкость, каталитическая активность и др., технологические процессы производства которых создают минимальную техногенную нагрузку на окружающую среду. В этой связи несомненно перспективными представляются электрохимические методы нанесения покрытий бинарными и тройными сплавами, которые обеспечивают гибкое управление составом, морфологией и, как следствие, функциональными свойствами покрытий за счет варьирования природы электролитов и режимов электролиза [1, 2].

Для изделий, подлежащих эксплуатации в жестких условиях, широко применяют покрытия хромом с высокой микротвердостью, износо- и коррозионной стойкостью, а также декоративными свойствами. Вместе с тем, традиционное хромирование проводят с использованием соединений хрома Cr (VI), из-за высокой токсичности и канцерогенных свойств отнесенных к экологически опасному гальваническому производству 1-го класса [3]. В качестве возможной альтернативы покрытиям твердым хромом рассматривают гальванические сплавы на основе тугоплавких металлов (вольфрам и молибден).

Индивидуальные покрытия вольфрамом и молибденом из водных растворов получить невозможно, однако известны [4, 5] электролитические покрытия сплавами тугоплавких металлов с металлами подгруппы железа (Fe, Co, Ni), причем для их нанесения используют нетоксичные растворы. Известно, что жаропрочные сплавы на основе кобальта применяют при изготовлении двигателей внутреннего сгорания, турбин, реактивных двигателей и атомно-энергетических установок, а стали, легированные кобальтом, хромом, никелем, вольфрамом и молибденом, применяют в химическом машиностроении для изготовления аппаратуры с высоким сопротивлением к действию агрессивных сред [6].

Значительное влияние на стабильность электролита, качество покрытий, морфологию поверхности и выход по току оказывает выбор лигандов и их соотношение в электролите. Для осаждения бинарных и тройных сплавов кобальта с вольфрамом и молибденом чаще используют растворы цитратных, хлоридно-цитратных, пирофосфатных и пирофосфатно-цитратных комплексов, а введение в состав электролитической ванны динатриевой соли этилендиамина тетрауксусной кислоты (ЭДТА)

способствует увеличению содержания в сплаве тугоплавких компонентов [7].

Для процессов нанесения покрытий сплавом Co–Mo–W из полилигандных электролитов характерен ряд особенностей, в частности, если в качестве одного из лигандов использовать цитрат-ион, а второго – пирофосфат-ион, гидроксид аммония либо ЭДТА, то:

- из цитратно-пирофосфатного электролита осаждаются покрытия с более высоким содержанием молибдена;

- сформированные из цитратно-ЭДТА электролита покрытия содержат больше вольфрама, чем молибдена.

- при осаждении из цитратно-аммиачных растворов содержание тугоплавких компонентов практически одинаково (в диапазоне 10-18 % для каждого из элементов), но электролит нестабилен [8], а покрытия из-за достаточно высокого содержания вольфрама осаждаются с высокими внутренними напряжениями.

В этой связи установление влияния природы электролита, условий и режимов электролиза на количественный состав, структуру и морфологию покрытий сплавом кобальт-молибден-вольфрам, полученных из полилигандного цитратно-пирофосфатного электролита, а также выход по току и структурно-зависимые свойства являются актуальной задачей.

Методическая часть

Нанесение покрытий сплавом кобальт-молибден-вольфрам проводили из цитратно-пирофосфатного электролита постоянным током i 2÷8 А/дм² и варьированием температуры в интервале 293°-333°К. Растворы готовили из аналитически чистых реактивов: CoSO₄·7H₂O, Na₂MoO₄·2H₂O, Na₂WO₄·2H₂O, Na₃C₆H₅O₇·3H₂O, K₄P₂O₇, которые растворяли в небольшом количестве дистиллированной воды, после чего растворы смешивали в определенной последовательности, основываясь на результатах исследования закономерностей комплексообразования [9].

Соотношение концентраций Co²⁺ : WO₄²⁻ : MoO₄²⁻ в электролите варьировали в диапазоне 1:1:1÷1:10:10 (табл. 1), значение pH электролита довели до 9–10 введением гидроксида калия, контролировали и корректировали в ходе экспериментов.

Материалом подложек служила медь М0 и сталь Ст.3, подготовку поверхности образцов осуществляли по общепринятой методике, в зависимости от природы материала [10].

Выход сплавов по току (ВТ) определяли гравиметрически в предположении, что в состав покрытия металлы входят в полностью восстанов-

Таблица 1. Составы электролитов для осаждения тернарного сплава Co–Mo–W в гальваностатическом режиме

Table 1. Bath composition for the deposition of Co–Mo–W alloys under galvanostatic conditions

Состав электролита Components	Концентрация компонента, г/л Concentration of components, g/l						
	1	2	3	4	5	6	7
CoSO ₄ · 7H ₂ O	28			9	56		
Na ₂ WO ₄ · 2H ₂ O	14	24	39	36	39		
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	13	26	40	50	27		
Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ · 5,5H ₂ O (Cit)	72			107	71	107	192
K ₄ P ₂ O ₇ (Piro)	99			66	99	165	231

ленном состоянии. Теоретический прирост массы в результате электроосаждения рассчитывали из закона Фарадея, электрохимический эквивалент сплава определяли по формуле:

$$\frac{1}{k_3} = \sum \frac{\omega_i}{k_i}, \quad (1)$$

где ω_i - содержание i -го компонента в сплаве, масс.%; k_i - электрохимический эквивалент i -го компонента сплава, кг/Кл.

Исходя из практического прироста массы, рассчитывали толщину покрытия сплавом с учетом плотности сплава:

$$\frac{1}{\rho} = \sum \frac{\omega_i}{\rho_i}, \quad (2)$$

где ρ_i - плотность i -го компонента сплава, кг/м³.

Химический состав покрытий определяли рентгенофлуоресцентный методом с использованием портативного спектрометра «Спрут». Элементный состав и морфологию поверхности покрытий анализировали сканирующим электронным микроскопом (СЭМ) ZEISS EVO 40XVP. Изображения получали при помощи регистрации вторичных электронов путем сканирования электронным пучком, что позволило исследовать топографию с высокой разрешающей способностью и контрастностью [11]. Погрешность измерения содержания компонентов составляла ± 1 масс. %.

Шероховатость поверхности покрытий определяли с помощью атомно-силового зондового микроскопа (АСМ) NT-206. Участки для сканирования выбирали в верхней, нижней и средней частях образца на расстоянии 1500 мкм друг от друга. Сканирование проводили контактным методом, используя зонд CSC-37, кантиливер В с латеральной разрешающей способностью 3 нм [12]. На всех структурах отмечалось тождество характеристик поверхности в различных местах образца, что позволило экстраполировать данные на характеристики образца в целом.

Рентгенографические исследования проводили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3М в излучении Cu-K α 1 ($\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$). При записи малоугловых рентгеновских дифрактограмм использовался метод (θ - 2θ)-сканирования с фокусировкой по Брэггу-Брентано. Регистрацию дифрактограмм для рентгеновского фазового анализа осуществляли в скользящей геометрии при угле скольжения $2,5^\circ$, а съемку отражений проводили на зафиксированных образцах.

Макро- и микротвердость покрытий сплавами кобальт-молибден-вольфрам, а также материала подложки (Ст.3) определяли методом вдавливания алмазной пирамиды на твердомере ПМТ-3 при нагрузке $P = 0,02 \div 0,2$ кг и времени выдержки 10 с. Эксперимент проводили после 24 часового старения покрытий при комнатной температуре. Значение H_v вычисляли по формуле:

$$H_v = 1854P / d^2, \quad (3)$$

где d - диагональ вдавливания пирамиды, мкм. Измерения проводили минимум в 3 точках с последующим усреднением данных, доверительный интервал составил ± 10 . Толщина покрытий сплавами для анализа составляла не менее 30 мкм.

Результаты и их обсуждение

Важной составляющей для получения качественных покрытий необходимого состава является оптимизация pH электролита, так как при подкислении среды происходит полимеризация оксоанионов, а в щелочной среде возможно формирование гидроксидов и/или гидроксо соединений кобальта [13]. Так, в диапазоне pH 1-6 формируются покрытия с плохой адгезией, низким содержанием тугоплавких компонентов (рис.1) и низким выходом по току 15-43%.

Общее содержание тугоплавких компонентов в интервале pH 1-6 остается практически постоянным $\omega(W+Mo) \neq f(pH)$, но по мере подщелачивания $\omega(Mo)$ увеличивается, а $\omega(W)$ уменьшается. (рис.1)

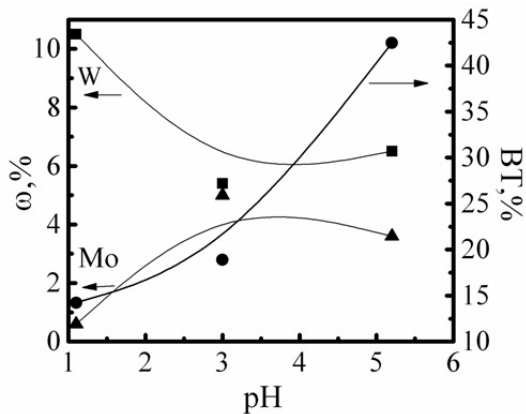


Рис. 1. Влияние кислотности цитратно-пирофосфатного электролита на состав покрытий сплавом Co-Mo-W и ВТ ($i = 4 \text{ A/dm}^2$)

Fig.1. Influence of pH in citrate – pyrophosphate electrolyte on the composition of the coatings Co-Mo-W and CE ($i = 4 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$)

Из цитратно-пирофосфатных электролитов №1-3 (см. табл. 1) при pH 9,4-10 осаждаются блестящие однотонные покрытия с хорошей адгезией. Содержание тугоплавких компонентов в сплаве, так же как и ВТ (рис.2), снижается с ростом соотношения концентраций сплавообразующих компонентов $C(\text{Co}^{2+})/C(\text{WO}_4^{2-} + \text{MoO}_4^{2-})$.

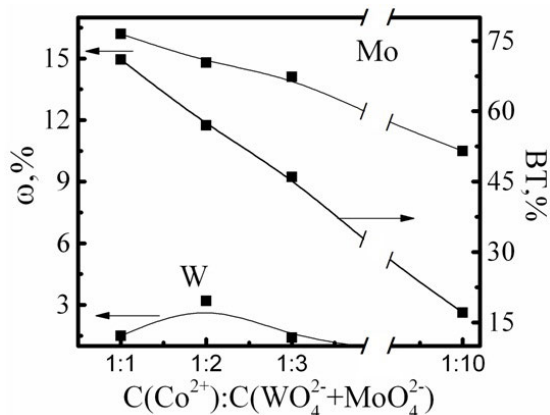


Рис. 2. Зависимость состава сплава Co-Mo-W и ВТ от соотношения концентраций комплексообразователей ($i = 4 \text{ A/dm}^2$, pH 9,4 ÷ 10)

Fig.2. The dependence of the composition of the alloy Co-Mo-W and CE on the concentration ratio of complexing agents ($i = 4 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$, pH 9,4 ÷ 10)

С увеличением плотности тока содержание тугоплавких компонентов в сплаве растет. Так, покрытия, полученные из электролита №1 при $j = 6 \text{ A/dm}^2$, содержат на 5-6 % больше вольфрама и молибдена, чем при $j = 2 \text{ A/dm}^2$.

Скорость осаждения и общее содержание тугоплавких компонентов в сплаве (рис. 3) так же симбатно изменяются с плотностью тока. Отметим, что зависимость $\omega = f(j)$ носит экстремальный характер с максимумом при $j = 6 \text{ A/dm}^2$. Это же зна-

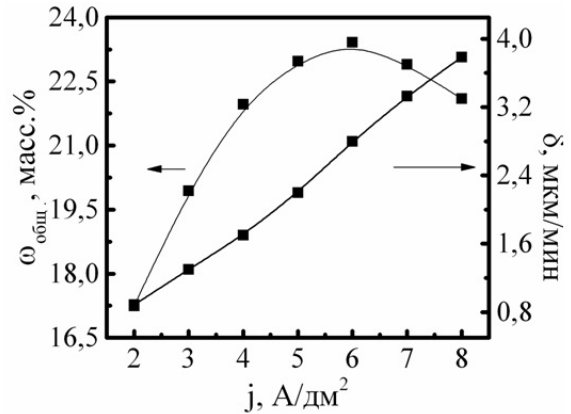


Рис. 3. Влияние плотности тока (j) на общее содержание вольфрама и молибдена в сплаве ($\omega_{\text{общ}}$) и скорость осаждения покрытия (δ)

Fig.3. The influence of density current (i) on the total tungsten and molybdenum content in the alloy (ω_{ov}), and coating deposition rate (δ)

чение является верхней границей плотности тока, выше которой качество покрытия снижается – наблюдается подгорание и ухудшение адгезии.

Из электролита №4 (табл.1) с повышенным содержанием тугоплавких элементов осаждаются блестящие покрытия серо-синего оттенка, который вероятно свидетельствует о присутствии в покрытиях оксидов вольфрама и молибдена «молибденовая синь» [14], поэтому повышение концентрации тугоплавких компонентов выше порогового значения ведет к неполному восстановлению вольфрамов и молибдатов. Кроме того, при соотношении комплексообразователей $C(\text{Co}^{2+}):C(\text{WO}_4^{2-} + \text{MoO}_4^{2-}) = 1:10$ оксометаллаты могут выступать в роли лигандов, чем и объясняется невысокое содержание тугоплавких металлов в покрытиях тройными сплавами.

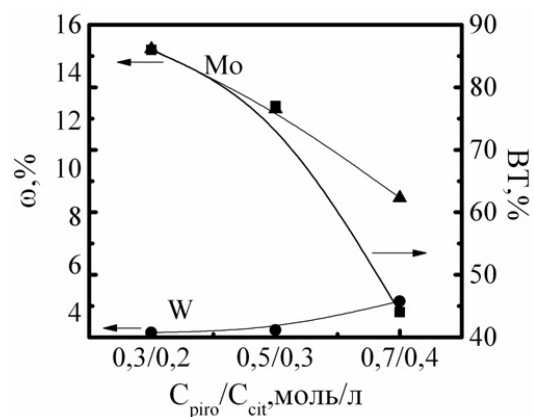


Рис. 4. Влияние соотношения концентраций лигандов на содержание тугоплавких компонентов в сплаве Co-Mo-W и ВТ. ($i = 5 \text{ A/dm}^2$)

Fig.4. Effect of the concentration ratio of ligands on the content of refractory components in the alloy Co-Mo-W and CE ($i = 5 \text{ A/dm}^2$)

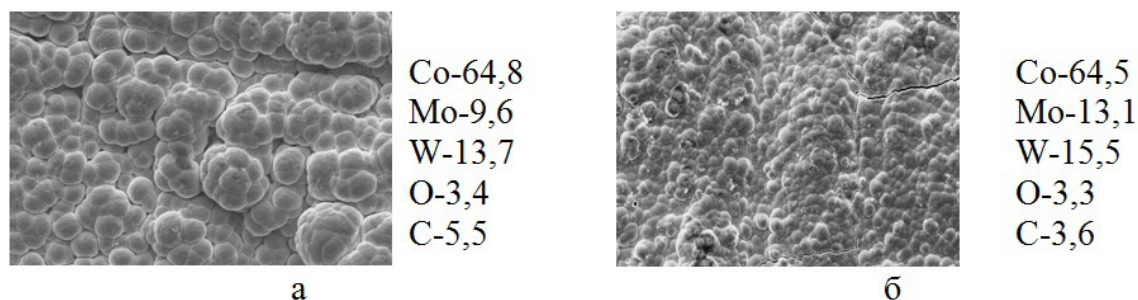


Рис. 5. Микрофотографии (x1000) поверхности и состав сплава Co–Mo–W, осажденного при $j=4$ (а) и 6 (б) А/дм²

Fig.5. The photomicrograph (x1000) of the surface and the composition of Co–Mo–W alloy, deposited at $i=4$ (a) and 6 (b) A/dm²

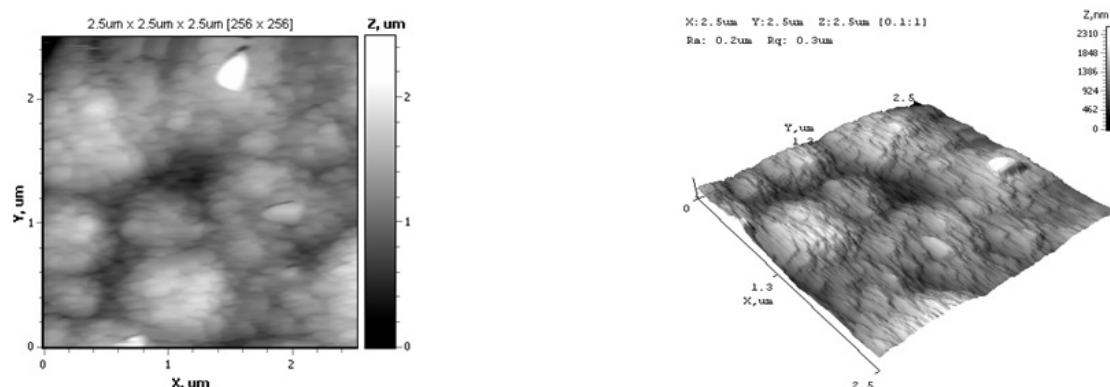


Рис. 6. 3D топография поверхности сплава кобальт–молибден–вольфрам с содержанием тугоплавких компонентов $\omega(W, Mo) \approx 30$ % масс

Fig.6. 3D surface topography of cobalt-molybdenum-tungsten alloy with the content of refractory components $\omega(W, Mo) \approx 30$ wt.%

Для установления влияния концентрации лигандов на содержание тугоплавких компонентов в сплаве использовали электролиты с одинаковым содержанием комплексообразователей, моль/л: $C(Co^{2+})=0,2$; $C(WO_4^{2-})=0,16$; $C(MoO_4^{2-})=0,08$ при $pH=9,5 \div 11$ (рис.4).

Так, увеличение концентрации лигандов приводит к снижению общего количества тугоплавких компонентов в составе сплава и ВТ. Этот факт объясняется тем, что в результате протекания предшествующей химической стадии в прикатодном слое возрастает концентрация лигандов и создаются условия для образования коллоидов, которые затрудняют поверхностную диффузию ад-атомов тугоплавких компонентов [15].

Установлено, что с увеличением плотности тока покрытия становятся более мелкокристаллическими (рис. 5, а,б), при этом возрастают внутренние напряжения, свидетельством чего служит появление в покрытии сетки трещин.

Исследование морфологии покрытий (рис. б) с применением атомно-силовой микроскопии позволило оценить размер зерен и ассоциатов, а также степень развития поверхности. Отмечено, что при содержании тугоплавких компонентов на

уровне $\omega(W, Mo) \approx 30$ % масс. размер кристаллитов составляет до 600 нм.

Анализ топологии покрытий Co–Mo–W приводит к выводу об аморфной структуре сплава, т.к. отсутствуют четкие очертания глобул, а поверхность весьма однородна. Кроме того, на рентгеновских дифрактограммах покрытий (рис.7) выявлено широкое гало (ширина на половине высоты составляет $\sim 10^\circ$) на углах $2\theta \sim 40-50^\circ$, что свидетельствует об аморфной структуре покрытия. Именно аморфизацией структуры сплава можно объяснить высокие значения микротвердости покрытий (табл.2) и прогнозируемо высокую коррозионную стойкость [16].

Следует отметить улучшение физико-механических свойства сплавов – микротвердость ($H_\mu=3000-3680$ МПа) в два раза выше, чем у подложки Ст.3 ($H_\mu=1500-1600$ МПа), что дает возможность рекомендовать покрытия сплавом Co–Mo–W для упрочнения стальных деталей. Универсальной пропорциональности между макротвердостью HV (табл.2) и микротвердостью H_μ нет, однако известно соотношение между этими величинами $HV=(0,5-0,9)H_\mu$ (в зависимости от приложенной

Таблица 2. Микротвердость по Викерсу гальванических покрытий сплавами Co-Mo-W
Table 2. Microhardness (Vickers) of the coatings

Содержание тугоплавких элементов в покрытии, масс. % Content of a refractory component, % by wt.		Hv, МН/м ²	Литература Reference
ω(Mo)	ω(W)		
0	10	400	[18]
0	20	475	
0	35	490	
0	50	660	
10,6	15,1	450	[19]
16,1	13,8	620	
18,8	12,9	1100	
36	0	750	

нагрузки) [17], позволяет оценить и сопоставить полученные экспериментальные данные

Общей тенденцией является возрастание микротвердости покрытий сплавами Co-Mo-W с увеличением общего содержания тугоплавких компонентов. Макротвердость покрытий Co-Mo-W составляет 450-1100 МН/м², тогда как для сплавообразующих компонентов существенно ниже – H_v(Co)=130, H_v(W)=350, H_v(Mo)=150. Для сравнения отметим, что H_v электролитических покрытий твердым хромом в зависимости от условий получения находится в диапазоне значений 700-850 МН/м².

Выводы

Установлено, что из цитратно-пирофосфатного электролита формируются электролитические покрытия сплавом Co-Mo-W, содержание тугоплавких компонентов, структура и морфология поверхности, а также физико-механические

свойства которых зависят от состава электролита и условий электролиза:

- для получения качественных покрытий сплавом Co-Mo-W с повышенным содержанием тугоплавких компонентов рекомендуется применение цитратно-пирофосфатного электролита с соотношением концентраций сплавообразующих компонентов $Co^{2+}/(WO_4^{2-}+MoO_4^{2-})=1/1$ и лигандов Cit/Piro=1/2;

- электроосаждение тройного сплава рекомендуется вести в диапазоне плотностей тока 2-6 А/дм² при варьировании температуры в интервале 293°-333°K и перемешивании электролита. При более высоких плотностях тока качество покрытий ухудшается и возрастают внутренние напряжения. Высокая микротвердость покрытий сплавами с общим содержанием тугоплавких компонентов 25-34 масс. % позволяет рекомендовать их в качестве износостойких.

Список литературы

Reference

- Gomez E. Modulation of magnetic and structural properties of cobalt thin films by means of electrodeposition / E. Gomez, J. Garsia-Torres, E. Valles // J. Appl. Electrochem. – 2009. – Vol. 39. – P. 233 – 240.
- Кузнецов В.В. Электроосаждение сплава кобальт-молибден из аммиачно-цитратного электролита. / В.В. Кузнецов, З.В. Бондаренко, Т.В. Пшеничкина и др. / Электрохимия. - 2007. Т. 43. - №3. - С.367-372.
Kuznetsov V.V. Electrodeposition of Co-Mo alloy from amino-citrate bath. Electrochemistry. 2007, v.43, №3. –P.367-372.
- Костин Н.А. Кублановский В.С. Импульсный электролиз сплавов. - К. : Наукова думка, 1996. 202с.

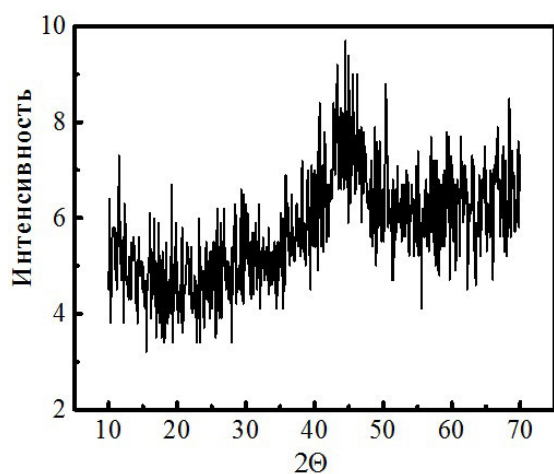


Рис. 7. Диффрактограмма покрытия сплавом Co-Mo-W с массовым содержанием вольфрама и молибдена ≈30 %
Fig.7. Diffractogram of the alloy coating Co-Mo-W with a mass content of tungsten and molybdenum ≈ 30 wt. %

- Kostin N.A., Kublanovskiy V.S. Deposition of alloys by pulsing current. Naukova Dumka, Kiev, 1996. -202 p.
4. Podlaha E.J. Induced codeposition: III. Molybdenum alloys with nickel, cobalt and iron / E.J. Podlaha, D. Landolt // J. Electrochem. Soc. 1997. - V. 144. - P. 1672-1677.
5. Murase K. M. Design of acidic Ni-Mo alloy plating baths using a set of apparent equilibrium constants / K. Murase, M. Ogawa, T. Hirato, Y. Awakura // J. Electrochem. Soc.- 2004.- V. 151, №112.-P. 798-805.
6. Лафоресс М. Зависимость состава катодных пленок от pH при электроосаждении кобальта из водных сульфатных растворов / М. Лафоресс, А. Ж. Медведев, К. Кутусо [и др.] // Электрохимия. - 2007. - Т. 43, № 7. - С. 899-901.
Laforess M. Effect of pH on the composition of cathodic films in the electrodeposition of Co from aqueous sulfate solutions. Electrochemistry. 2007. v. 43, №7. P.899-901.
7. Сидельникова С.П. Электрохимическое получение Co-Mo покрытий из цитратных растворов, содержащих ЭДТА: состав, структура, микромеханические свойства / С.П. Сидельникова, Г.Ф. Володина, Д.З. Грабко, А.И. Дикусар // Электронная обработка материалов, 2007. - №6. - С. 4-9.
Sidelnikova S.P. Electrodeposition of Co-Mo coatings from citrate solutions containing EDTA: composition, structure, micromechanical properties. Electronic treatment, 2007. №6, P.4-9.
8. Гапон Ю.К. Каталитическая активность электролитических сплавов кобальта в реакции выделения водорода / Ю.К. Гапон, М.А. Глушкова, А.С. Шепеленко / Актуальные проблемы теории и практики электрохимических процессов. - Саратов: СГУ.- 2014. - Т.2.- С.145-150.
Gapon Yu.K. Catalytic activity of electrodeposited Co alloys in the reaction of hydrogen evolution. //Acute problems of theory and practice of electrochemical processes. Saratov, 2014. v.2, P. 145-150.
9. Винокуров Е.Г. Вероятностная модель выбора лигандов для электроосаждения сплавов / Е.Г. Винокуров, В.В. Бондарь // Теоретические основы химической технологии, 2007. - Т.41. -№4. - С. 407-414.
Vinikurov E.G. Probable model for the selection of ligands for the electrodeposition of alloys. // Theoretical principles of chemical technology. V.41, №4. P. 407-414.
10. Дамаскин Б.Б. Практикум по электрохимии / Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Б.И. Подловченко М.: Высшая школа, 1991. 288 с.
- Damaskin B.B. Practical Manual on Electrochemistry. Vysshaya Shkola., 1991. -288 p.
11. Ved' M. V. Electrodeposition of Iron-Molybdenum Coatings from Citrate Electrolyte /M. V. Ved', N. D. Sakhnenko, A. V. Karakurchi, S. I. Zyubanova // Russian Journal of Applied Chemistry, 2014. - Vol. 87. -No. 3. - pp. 276-282
12. Снежко Д. В. Использование сканирующей зондовой микроскопии при разработке электрохемилюминесцентных нанотехнологических сенсоров // Методологические аспекты сканирующей зондовой микроскопии: тезисы докл. IX Междунар. конф. (Минск, 12-15 окт. 2010 г.). - Беларусь, 2010 г. - С. 156.
Snezhko D.V. The use of scanning microscopy in the developments of electrochemiluminiscent nano-sensors.// Methods of scanning microscopy. Belarus, 2010. P.156.
13. Поп М. С. Гетерополи- и изополиоксометаллаты / М. С. Поп ; пер. с англ. - Новосибирск : Наука, 1990. - 232 с.
Pop M.S. Geteropoly- and izopolyksometallaty. // Novosibirsk. Nauka, 1990. - 232 p.
14. Glushkova M. Electrodeposited Cobalt Alloys as Materials for Energy Technology/ M.Glushkova, T. Bairachna , M. Ved, M. Sakhnenko // MRS Proceedings, USA, Boston, 2013 - 1491. - mrsf12-1491-c08-15 doi:10.1557/opl.2012.1672.
15. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий - М.: «Химия», 1975. - 512 с.
Voutskiy S.S. Course of colloid chemistry. M., Chimia, 1975. -512 p.
16. Ведь М.В. Функциональные свойства покрытий сплавами кобальта и никеля / М.В. Ведь, Н.Д. Сахненко, Т.Н. Байрачная, В.О. Савченко, С. В. Олейник // Коррозия: материалы, защита.- Москва: Наука и технологии, 2010.- №6. - С.30 - 35.
Ved M.V. Functional properties of Co and Ni-based alloys. // Corrosion: materials, protection. M., Nauka I technologia, 2010. №6. P. 30-35.
17. Григорович В. К. Твердость и микротвердость металлов. - М. : Наука, 1976 г. 230 с.
Grigorovich V.K. Metals Hardness and Microhardness. M., Nauka, 1976. - 230 p.
18. Bayrachnaya T.N., Ved M.V., Sachnenko N.D. Electrodeposited W alloys: deposition and properties. Saarbrucken: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. - 164 p.
19. Бобанова Ж.И. Свойства покрытий из Co-W сплавов, электроосажденных из цитратных электролитов в присутствии поверхностно-активных веществ / Ж.И. Бобанова, В.И. Петренко, Г.Ф. Володина, Д.З. Грабко, А.И. Дикусар // Электронная обработка материалов, 2011, - №6. - С. 17-28.

Bobanova Zh.I. Properties of Co-W alloys deposited from citrate baths containing surface-active substances. Electronic Treatment of Metals, 2011, №6. –P. 17-28.

Сведения об авторах

Ведь Марина Витальевна – д.т.н., профессор, кафедра общей и неорганической химии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Украина, 61002 Харьков, ул. Фрунзе, 21. тел.: (057) 707-61-04; E-mail: vmv@kpi.kharkov.ua

Сахненко Николай Дмитриевич – д.т.н., профессор, зав. кафедрой физической химии, тел.: (057) 707-63-27; E-mail: sakhnenko@kpi.kharkov.ua

Гапон Юлиана Константиновна – аспирант, тел.: 096 137 23 24; E-mail: yuliano4ka@inbox.ru

Ненастина Татьяна Александровна – к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина, 61002, Харьков, ул. Петровского 25; E-mail: nenastina@ukr.net

Information about authors

Ved Marina - Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of General and Inorganic Chemistry, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". Ukraine, 61002 Kharkov, Frunze, 21. Tel: (057) 707-61-04; E-mail: vmv@kpi.kharkov.ua

Sakhnenko Nikolay - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical Chemistry, tel. :(057) 707-63-27; E-mail: sakhnenko@kpi.kharkov.ua

Gapon Yuliana - graduate student, tel.: 096 137 23 24; E-mail: yuliano4ka@inbox.ru

Nenastina Tatiana - Ph.D., Associate Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine, 61002, Kharkov. Petrovsky Street, 25; E-mail: nenastina@ukr.net



ООО «СОНИС»

Современные химико-гальванические технологии
Москва ▪ Тел.: (495) 545-76-24, 517-46-51, (499) 272-24-08 (факс)
<http://www.sonis-co.ru> ▪ E-mail: info@sonis-co.ru

Мы помогаем
цеховым
технологам
находить
оптимальные
решения!



Скляренко Андрей Викторович
Исполнительный директор ООО «СОНИС»

ООО «СОНИС» поставляет
блескообразующие и другие
добавки, специальные
химические композиции
для различных процессов

- ОБЕЗЖИРИВАНИЕ
- ТРАВЛЕНИЕ
- ЦИНКОВАНИЕ (Zn)
- ХРОМАТИРОВАНИЕ
- МЕДНЕНИЕ (Cu)
- НИКЕЛИРОВАНИЕ (Ni)
- ХРОМИРОВАНИЕ (Cr)
- ФОСФАТИРОВАНИЕ
- ХОЛОДНОЕ ЧЕРНЕНИЕ

УДК 621.357.7

Применение двухкамерного погружного электрохимического модуля (ПЭМ) для повышения устойчивости свинцового анода в агрессивных средах

Кругликов С.С., Некрасова Н.Е., Невмятуллина Х.А., Харин П.А., Кругликова Е.С.

Ключевые слова: свинцовый анод, диоксид свинца; электролиз.

На основе успешного опыта использования свинцовых анодов в трехкамерном электролизере с двумя катионообменными мембранами для электрохимической утилизации отработанных растворов химического никелирования изучено поведение свинцового анода в условиях, когда анодная и промежуточная камеры трехкамерного электролизера содержали раствор серной кислоты 100 г/л, а в катодную камеру к такому же раствору добавили 15 г/л азотной кислоты. После прохождения через электролизер 250 А ч/л свинцовый анод со сформированной на его поверхности пленкой диоксида полностью разрушился в результате миграционного переноса ионов нитрата через обе катионообменные мембраны.

The Use of Two-chambers Immersed Electrochemical Modules (IEM) to Improve the Stability of Lead Anodes in Aggressive Media

Kruglikov S.S., Nekrasova N.E., Nevmyatullina Kh.A., Kharin P.A., Kruglikova E.S.

Key words: lead anode, lead dioxide, electrolysis.

Successful long-term operation of lead anodes in three-chamber cells with two cation-exchange membranes in the process of nickel recovery from spent electroless nickel plating solutions stimulated further attempts to use such approach in other cases. In a series of experiments each chamber in a three-chamber cell contained initially sulfuric acid (100 g/l) and 15 g/l of nitric acid was added into the cathodic chamber. In the course of electrolysis lead dioxide film was formed on the anode surface. After passing 250 Ah/l lead anode was completely destroyed due to electrolytic transfer of nitrate ions through two cation-exchange membranes.

Известно, что свинец и ряд сплавов на его основе, содержащих сурьму, олово, серебро и другие металлы, успешно используется в качестве нерастворимого анода в кислых сульфатных и хроматных растворах [1-6]. Устойчивость свинцового анода в таких средах обусловлена присутствием на его поверхности пленки диоксида свинца, обладающей хорошей проводимостью и высокой химической стойкостью. Пленка образуется на поверхности свинца при высоких анодных потенциалах - около +1,7 В. Условием достижения такого потенциала при анодной поляризации свинца является образование на его поверхности пассивирующей сульфатной или хроматной пленки при контакте свинца с соответствующим раствором. При включении тока наличие на поверхности металла этой пленки позволяет повысить анодный потенциал до значений, при которых анодный процесс на начальной стадии представляет собой окисление металла и соединений двухвалентного свинца, присутствующих на его поверхности, до четырехвалентного состояния - до диоксида свинца. Другие анодные реакции, в том числе образование кислорода, протекают уже не на металле, а на пленке диоксида свинца. При длительном электролизе толщина пленки диоксида постепенно увеличивается, однако, при этом она остается пористой.

Если в растворе наряду с ионами сульфата и хромата присутствуют какие-либо анионы, образующие растворимые соли двухвалентного свинца, то при анодной поляризации свинца в таком растворе пленка диоксида на его поверхности вообще не образуется. Это происходит по причине того, что не достигается необходимое для этого высокое значение анодного потенциала. Металл в этом случае окисляется только до двухвалентного состояния, а из раствора выпадает в осадок сульфат или хромат свинца. Если в такой раствор помещают свинцовый электрод с уже сформировавшейся на его поверхности оксидной пленкой, то последняя быстро разрушается в процессе электролиза.

В качестве анодного материала для таких растворов часто используют платинированный титан или ниобий. В промышленности давно и успешно эксплуатируется процесс электрохимической регенерации хроматных растворов,

используемых для обработки оцинкованных деталей [7]. Наряду с ионами сульфата и хромата эти растворы содержат до 15 г/л нитрат-ионов, а при «черном» хроматировании - еще и ацетат-ионы [8].

Однако при более высоких концентрациях нитратов снижается устойчивость платинированных анодов. Быстрое их разрушение наблюдается и в тех случаях, когда в растворе присутствуют ионы, образующие комплексы с платиной. Поэтому не совсем понятна цель проведения работы [9], в которой изучали скорость разрушения платинового покрытия на ниобиевой основе в щелочном растворе, содержащем ионы цианида.

Ввиду нестойкости платинового покрытия в подобных средах целесообразно попытаться расширить область применения свинцовых анодов, в особенности для таких растворов, где платинированные аноды недостаточно устойчивы.

Успешный пример решения такой задачи - поведение процесса электролиза в трехкамерном электролизере с двумя катионообменными мембранами, в задней камере которого находится свинцовый анод, а анодная и промежуточная камеры содержат раствор серной кислоты [10].

Этот процесс был осуществлен в промышленном масштабе для утилизации отработанных растворов химического никелирования. Двухкамерный электрохимический модуль с двумя катионообменными мембранами был погружен в емкость, которая выполняла функцию катодной камеры [10, 11].

Достигнутые успехи стимулировали дальнейшие исследования, направленные на замену платинированных анодов при электролизе хроматных и сульфатных растворов, содержащих нитрат-ионы.

В проведенной серии длительных лабораторных экспериментов в данной работе использовали трехкамерный электролизер с двумя катионообменными мембранами, в каждой из трех камер которого находился раствор серной кислоты (100 г/л); а в катодную камеру дополнительно добавляли азотную кислоту до концентрации 15 г/л. Каждый отдельный опыт представлял собой несколько часов непрерывного электролиза, после чего растворы из камер сливали в отдельные емкости. Затем камеры заполняли дистиллиро-

ванной водой, а электроды промывали в дистиллированной воде и высушивали. Перед началом последующего опыта растворы возвращали в соответствующие камеры. За время эксперимента через каждую камеру прошло 250 А ч/л электричества, то есть немного меньше 1 Фарадея на литр.

В начальный период электролиза на свинцовом аноде сформировалась равномерная пленка диоксида свинца, и не наблюдалось образования шлама. При последующем электролизе появились признаки шламования анода, а после прохождения 250 А ч/л анод практически полностью разрушился. Анализ анолита показал присутствие в нем значительной части азотной кислоты, находившейся первоначально в катодите.

Полученные результаты показывают, что наличие промежуточной камеры с раствором серной кислоты и двух последовательных катионообменных мембран не является существенным препятствием для миграционного переноса ионов сильных кислот из катодита в анолит. Ранее было показано [12], что кажущееся число переноса анионов через катионообменную мембрану МК-40 из растворов серной кислоты с концентрацией 100 г/л близко к 0,1. Учитывая, что для используемой концентрации 100 г/л серную кислоту можно рассматривать как одноосновную, с точки зрения ее участия в переносе заряда, кажущееся число переноса нитрат-ионов из катодной камеры в промежуточную на начальном этапе электролиза может достигать 0,02-0,03. За все время электролиза (250 Ач/л) в результате переноса нитрат-ионов из катодита в промежуточную камеру их концентрация там может достигать 0,2 моль/л, а в катодной камере – около 0,1 моль/л.

Таким образом, двухкамерный погружной электрохимический модуль со свинцовым анодом в задней камере оказался непригодным для проведения электролиза в растворах, содержащих анионы сильных кислот, агрессивных по отношению к свинцу.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках проектной части государственного задания.

Литература *References*

1. Kruglikov S.S., Pillath O., Yurchuk T. Ye., Anufriev A.E. Electroregeneration of Chromating Solutions. Proc. AESF Conf. "SUR/FIN'94", June 20-23, 1994, Indianapolis, USA.
2. Yurchuk T., Bergmann H., Kruglikov S.S. Verfahren der elektrochemischen Umweltschutztechnik am Beispiel der Regenerierung chromathaltiger Baeder der Galvanotechnik. Chem.-Ing.-Technik, 1997, Bd. 69, Nr 9, S. 43-44.
3. Yurchuk T., Bergmann H., Kruglikov S.S. Die elektrochemische Regenerierung von Loesungen zur Passivierung von Zink und Zinklegierungen. Galvanotechnik, 1997, Bd.89, Nr 12, S. 3964-3971.
4. Bergmann H., Yurchuk T., Kruglikov S.S. Untersuchungen zur Regenerierung von Chromelektrolyten. Galvanotechnik, 1997, Bd. 89, Nr 12, S. 775-784.
5. Кругликов С.С. Основные направления использования погружных электрохимических модулей. Гальванотехника и обработка поверхности. 2008, т. 15, № 2, с. 62-65.
Krtuglikov S.S. Major Applications of Immersed Electrochemical Modules. Galvanotechnika i obrabotka poverchnosti, 2008, v. 15, Nr 2, p. 62-65.
6. Кругликов С.С., Колотовкина Н.С., Петров Ю.В. Способ очистки электролитов хромирования. Пат. РФ № 2481425 от 28.07.2011.
Kruglikov S.S., Kolotovkina N.S., Petrov Yu. V. Process of Purification of Chromium Plating Solutions. Pat. RF # 2481425, 28.07.2011.
7. Kruglikov S.S., Kruglikova E.S., Operation of Passivating Solutions without Periodic Dumping. Proc. NASF Conference "SUR/FIN'2011", June 14-17, 2011, Rosemont, Il., USA, p. 837-844.
8. Кругликов С.С., Бугуславская Е.С., Петров Ю.В., Способ регенерации раствора черного хромирования цинковых покрытий. Пат. РФ № 2481424 от 28.07.2011.
Kruglikov S.S., Buguslavskaya E.S., Petrov Yu.V. Pat RF # 2481424, 28.07.2011.
9. Тураев Д.Ю. Опыт промышленной эксплуатации нерастворимых анодов в процессе очистки воды в ванне улавливания от цианид-

ионов электрохимическим методом. Гальванотехника и обработка поверхности. 2014, т. 22, № 1, с. 51-55.

Turaev D.Yu. An Experience of Industrial Operation of Insoluble anodes in the Priocess of Electrochemical Removal of Cyanide Ions from Rinse Water . Galvanotechnika i obrabotka Poverchnosti, 2014, v. 22, # 1, p. 51-55.

10. Кругликов С.С., Бугуславская Е.С., Кодинцева Е.Ю. Способ утилизации отработанного раствора химического никаелирования. Пат. РФ № 2481421 от 28.07.11.

Kruglikov S.S., Buguslavskaya E.S., Kodintseva E.Yu. Pat. RF 2481421, 28.07.2011.

11. Кругликов С.С., Некрасова Н.Е., Кругликова Е.С., Невмятуллина Х.А. Использование анодов из неблагородных металлов в процессе эллектрохимической утилизации растворов для химического нанесения твердых покрытий никель-фосфор. Гальванотехника и обработка поверхности. 2014, т.22, № 3, с. 57-58.

Kruglikov S.S., Nekrasova N.E., Nevmyatullina H.A. The Use of Anodes Made of Nonprecious Metals in the Utilization of Hard Elwectroless Nickel Coatings. Galvanotechnika i obrabotka poverchnosti, 2014, v. 22, # 3, p. 57-58.

12. Кузнецов В.В., Смирнов В.А., Тураев Д.Ю., Кругликов С.С., Кудрявцев В.Н. Стабилизация рН электролита хромирования на основе сульфата хрома(III) с помощью ионообменных мембран. Гальванотехника и обработка поверхности, 2002, т. 10, № 3, с. 41-47.

Kuznetsov V.V., Smirnov V.A., Turaev D.Yu., Kruglikov S.S., Kudryavtsev V.N. Stabilizing pH-value in the Chromium Plating Solution Based on Trivalent Chromium Sulfate Using

Ion-exchange Memranes. Galvanotechnika Ii obrabotka poverchnosti, 2002, v.10, 3 3, p. 41-47.

Сведения об авторах

Кругликов Сергей Сергеевич - профессор, д.х.н. кафедры ТНВиЭП, РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская площадь, д. 9, тел.моб.8-916-616-96-99.

Некрасова Наталия Евгеньевна - доцент, к.т.н., кафедра физической химии, тел.: 8-499-978-6184; e-mail: majerre@mail.ru

Невмятуллина Хадия А. – доцент, к.т.н., кафедра стандартизации и инженерно-компьютерной графики.

Харин П.А. - студент

Кругликова Елена Сергеевна - доцент, к.т.н., Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Москва, 107023, Б.Семеновская ул., 38.

Information about authors

Dr. Sergey S. Kruglikov – Dr.Sci., professor, Mendeleev University of Chemical Thecnology of Russia, 125047, Moscow, Russian Federation, Miusskaya sq., 9., skruglikov@mail.ru; mob.tel.: 8-916-616-96-99.

Nekrasova N.E. - acc.prof., cand.Sci., Dept. of physical chemistry, tel.: 8-499-978-6184.

Nevmyatullina Kh.A. - acc.prof., cand.Sci., the Department of standardization and engineering computer graphics.

Kharin P.A. - student

Kruglikova E.S. - acc.prof., cand.Sci; Moscow State Mashine-building University, B.Semenovskaya Str., 38, e-mail: 1321260@mail.ru

УДК 621.357

Исследование влияния присутствия нитевого полипропилена в сернокислом электролите меднения на свойства электролита и получаемых из него покрытий

Вашина Е.А., Попов А. Н.

Ключевые слова: поляризационные измерения; химическая устойчивость полимеров; гальванические растворы; электроосаждение.

В статье рассмотрено влияние контакта нитевого полипропилена, используемого в фильтровальных картриджах и анодных чехлах, на свойства отечественных электролитов меднения, не содержащих органических добавок. Показано, что при контакте нитевого полипропилена с электролитом меднения возможно ухудшение качества покрытий, получаемых при стандартных условиях электролиза в случае, если масса нитевого полипропилена превышает 8 г/л электролита. При выдержке раствора с нитевым полипропиленом более 7 суток, качество покрытий восстанавливается до допустимого.

Study of the Influence of Polypropylene Fibers, Contacting with Copper Sulfate Plating Solution, on the Properties of the Electrolyte and Copper Coatings

Vashina E. A., Popov A. N.

Key words: polarization curves; chemical resistance of polymers; plating solutions; plating.

The influence of the contact of polypropylene fibers on the properties of copper plating solution, as well as on quality of deposited coatings are considered. The authors show, that increasing of mass of polypropylene fiber over 8 g/l can lead to the formation of dark deposits of unacceptable quality after 2 hours of contact of the solution with polypropylene fibers.

The effect of of Russian-made polypropylene fiber (ZAO "Promtextile", Voronezh, Russian Federation) and polypropylene fiber by "SERFILCO International, Ltd.",UK on the electrodeposition of copper from sulfate electrolyte used in the Russian industry was studied. By those studies, we have placed standard amount of polypropylene, in g per10 liter and per 1000 liters of electrolyte. Polypropylene studied as polypropylene fiber (NPP) of anode bags or cartridges. The Fig.1 shows the appearance of samples of copper coatings (0.0375g of NPP per 250 ml of solution), that have been deposited from investigated electrolyte, before and after of contact with NPP during 2 hours and 7 days. The increase in mass of NPP to 2.g or more, after contact of the solution with NPP, caused stripes and, when the mass of the NPP reaches 10 g per 250 ml, coatings become dark. The appearance of the samples, which are presented in Figs. 2 and 3, corresponds to 7 days of contact of the solution with NPP. Quality of the coatings gets better and becomes lighter.

Figs. 4, 5 shows the polarization curves for the electrodeposition of copper from the investigated electrolyte. They can see from polarization curves (curves №3, №5, №7 and №2, №4, №6, Fig. 4) an increase of inhibiting effect of some additives, appearing from NPP, when we increase the mass of NPP (respectively, imported and domestic) in the solution. Figure 1 shows the difference in the effect of NPP from different manufacturers. Curves №2, №4, №6 (for Russian made polypropylene fibers) are characterized by smaller effect in increase of polarization (if compare with Imported made polypropylene). As we can see from the polarization curve sat Fig. 5 (polarization curves №2, №3) in contact with NPP (0.0375 g NPP, 250 ml of electrolyte) polarization after contact of NPP with solution for 2 hours is greater than polarization in the case of absence of the solution contact with NPP. This indicates to the presence of new substances in the solution, which inhibit electrodeposition of copper.

Введение

Важной проблемой современной гальванотехники является детальное изучение химического сопротивления полимерных конструкционных материалов не только с точки зрения их механической прочности, определяемой по ISO6252 (ISO 22088-2:2006) [1, 2], но и с точки зрения возможного влияния на свойства электролитов компонентов полимеров (прежде всего пластификаторов), попадающих в электролиты.

В ходе внедрения современного гальванического оборудования в отечественную промышленность некоторые полимеры, особенно содержащие много пластификаторов, не разрушаясь механически, могут негативно влиять на свойства электролитов, вызывая необходимость их сброса в сточные воды и замены этих электролитов на новые [3].

Нитевой полипропилен (НПП) широко используется для изготовления нитевых картриджей для фильтрации раствора и при производстве анодных чехлов.

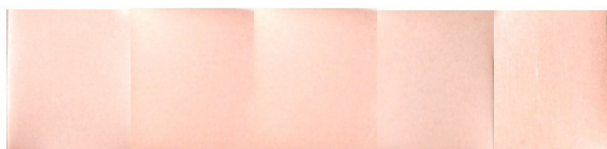
Целью настоящей работы является определение возможности использования анодных чехлов из полипропиленовой нити отечественного производства (ЗАО «Промтекстиль», г. Воронеж) взамен импортных, в отечественных электролитах меднения без органических добавок, которые особенно чувствительны даже к незначительным примесям органических веществ. В нашу задачу входило исследование влияния отечественной и импортной полипропиленовой нити на свойства сернокислого электролита меднения. Мы использовали метод исследования влияния полимеров на свойства электролитов, разработанный в [3] и основанный на исследовании кинетики электроосаждения металла (метод вольтамперометрии на твердом электроде) из электролитов в присутствии конструкционного полимера в электролите.

Методика эксперимента

В работе исследовано влияние нитевого полипропилена ЗАО «Промтекстиль» (г. Воронеж) и SERFILCO International, Ltd. (Великобритания) на процесс электроосаждения меди из сернокислого электролита, используемого в российской промышленности, г/л: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 200, H_2SO_4 50. В 250 мл электролита помещали 0,0375 г полипропиленовой нити (обычная масса картриджа или чехлов на 1000 л электролита), 2 г нитевого полипропилена на 250 мл раствора (обычная масса картриджа или чехлов на 10 л электролита – для пилотной лабораторной ванны) и 10 г нитевого полипропилена на 250 мл раствора (заведомо завышенное количество нитевого полипропилена (НПП) для изучения влияния растворимых компонентов в большом количестве).

Электролит выдерживали при комнатной температуре 20°C, с помещенной в него навеской нити полипропилена. Отбирали пробы по 100 мл электролита до выдержки нитевого ПП, затем после выдержки через 2 часа и через 7 суток. Из каждой пробы осаждали медные покрытия при комнатной температуре и плотности тока 2 А/дм². Образцы покрытий получали на катодах из медной фольги с поверхностью 10 см². В электролите меднения использовали медные аноды. Поляризационные кривые были получены с помощью потенциостата ElinsP-8 (ООО «Элинс», г. Черноголовка, РФ), который был присоединен к персональному компьютеру и модифицированной ячейке ЯЭС-2 объемом 100 мл. В качестве рабочего электрода при снятии катодных поляризационных кривых использовали медные пластины, предварительно покрытые медью, площадью 1 см². Для определения потенциала рабочего электрода использовали капилляр Лугина и насыщенный хлорид – серебряный электрод сравнения.

Вспомогательным электродом служила медная пластина. Катодные поляризационные



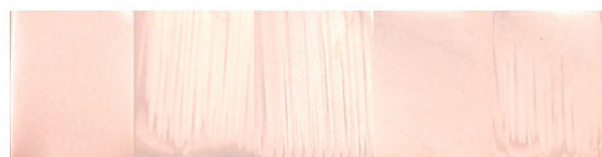
№1 №2 №3 №4 №5

Рис. 1. Зависимость качества медных покрытий, полученных из сернокислого электролита меднения, от времени выдержки в нем полипропиленового волокна. Условия электролиза: t 22 °С и i 2 А/дм². 0,0375 г НПП на 250 мл электролита.

Образцы: №1. - раствор без контакта с НПП; №2. - выдержка 2 часа, раствор с отечественным НПП; №3. - выдержка 2 часа, раствор с импортным НПП; №4. - выдержка 7 суток, раствор с отечественным НПП; №5. - выдержка 7 суток, раствор с импортным НПП.

Fig. 1. Quality of copper coatings obtained from sulfate electrolyte for copper plating depending on the time of contact with polypropylene fibers. Conditions of electrolysis: t 22 °С and i 2 А/dm², 0.0375 g NPP per 250 ml of electrolyte.

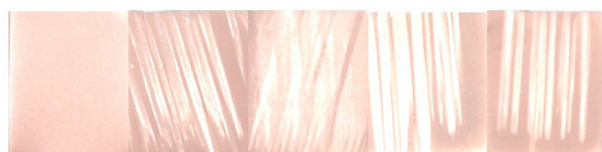
Specimens: №1 - solution without contact with NPP; №2 - contact with solution for 2 hours, Russian-made NPP; №3 - contact with solution for 2 hours, with imported NPP; №4 - contact with solution - 7 days, Russian-made NPP; №5 - 7 days of contact of the solution with imported NPP



№1 №2 №3 №4 №5

Рис. 2. См. рис. 1. Условия электролиза: t 22 °С и i 2 А/дм². 2 г НПП на 250 мл электролита.

Fig. 2. See fig. 1. Conditions of electrolysis: t 22 °С and i 2 А/dm². 2 g NPP per 250 ml of electrolyte



№1 №2 №3 №4 №5

Рис. 3. См. рис. 1. Условия электролиза: t 22 °С и i 2 А/дм². 10 г НПП на 250 мл электролита.

Fig. 3. See fig. 1. Conditions of electrolysis: t 22 °С and i 2 А/dm², 10 g NPP per 250 ml of electrolyte.

кривые снимали в потенциодинамическом режиме при скорости развертки 2 мВ/с.

Результаты экспериментов и их об- суждение

На рисунке №1 представлен внешний вид образцов медных покрытий (0,0375г НПП на 250 мл раствора), полученных из исследуемого электролита, до и после выдержки с НПП, спустя 2 часа и 7 суток (соответствует качественным светлым матовым покрытиям). Увеличение массы НПП в растворе меднения до 2 г и более, приводит к появлению полос, а при массе НПП в растворе 10 г. покрытия становятся темными (рис. 2, 3). После 7 суток выдержки раствора с НПП качество покрытий улучшается и они становятся светлым.

На рисунках 4 и 5 приведены поляризационные кривые при электроосаждении меди из исследованного электролита. Как видно из поляризационных кривых (№3, №5, №7 и №2, №4, №6, рис. 4), при увеличении массы контактирующего с раствором НПП (соответственно, импортного и отечественного), наблюдается возрастание поляризации для процесса электроосаждения меди. Также по рисунку 4 видно различие во влиянии НПП различных производителей. Кривые №2, №4, №6 (соответствуют полипропилену отечественного производства) характеризуются меньшим возрастанием поляризации, чем в случае импор-

тного полипропилена. Это говорит о том, что отечественный полипропилен, вероятно, в меньшей степени может влиять на качество получаемых покрытий.

Как видно из кинетических кривых на рис. 5 (поляризационные кривые №2, №3), при контакте с НПП (0,0375 г НПП на 250 мл электролита), поляризация при выдержке НПП в растворе в течение 2-х часов выше, чем поляризация, при осаждении меди из раствора, не контактировавшего с НПП. Это свидетельствует о появлении в растворе новых химических веществ, ингибирующих процесс осаждения меди. При этом кривые №5, №6, при выдержке НПП в течение 7 суток, свидетельствуют о меньшей поляризации для процесса осаждения меди, чем в растворе с выдержкой НПП в течение 2-х часов. Это характерно и для отечественного, и для импортного НПП, и говорит о том, что с ростом времени контакта раствора с нитевым полипропиленом ингибирование увеличивается, но затем происходит постепенное истощение ингибитора и постепенное его выведение, возможно, за счет окисления или распада вышедших из НПП компонентов полимера.

Заклучение

Влияние нитевого полипропилена отечественного производства на кинетику осаждения меди характеризуется меньшим возрастанием

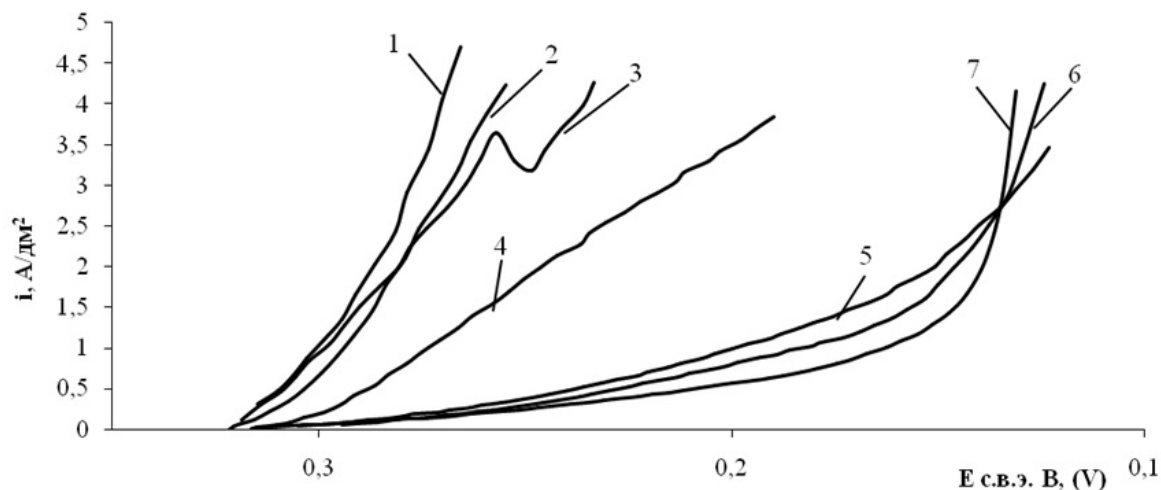


Рис. 4. Поляризационные кривые, полученные при электроосаждении осаждения меди из исследованного электролита при 200С. 1. - раствор без контакта с НПП; 2. - выдержка 7 суток, раствор с отечественным НПП в количестве 0,0375 г на 250 мл электролита; 3. - выдержка 7 суток, раствор с импортным НПП в количестве 0,0375 г на 250 мл электролита; 4. - выдержка 7 суток, раствор с отечественным НПП в количестве 2 г на 250 мл электролита; 5. - выдержка 7 суток, раствор с импортным НПП в количестве 2 г на 250 мл электролита; 6. - выдержка 7 суток, раствор с отечественным НПП в количестве 10 г НПП на 250 мл электролита; 7. - выдержка 7 суток, раствор с импортным НПП в количестве 10 г на 250 мл электролита

Fig .4. Polarization curves for electrodeposition of copper from investigated electrolyte at 200C. 1 - solution without contact with the NPP; 2 - 7 days of contact of the solution with Russian-made NPP; amount of NPP - 0.0375 g per 250 ml of the electrolyte; 3 - 7 days of contact of the solution with imported NPP; 0.0375 g of NPP per 250 ml of the electrolyte; 4 - 7 days of contact of the solution with Russian-made NPP, 2 g NPP per 250 ml of the electrolyte; 5 - 7 days of contact of the solution with imported NPP- 2 g per 250 ml of the electrolyte; 6 - 7 days of contact of the solution with Russian-made NPP, 10 g NPP per 250 ml of the electrolyte; 7 - contact of the solution for 7 days, imported NPP - 10 g per 250 ml of the electrolyte

поляризации, чем в случае импортного НПП. Это говорит нам о различии во влиянии НПП разных производителей и о том, что отечественный полипропилен, вероятно, меньше влияет на качество покрытий. Вместе с тем, при введении в электролит отечественного или импортного полипропиленового волокна в количестве, соответствующем обычной массе полипропилена в анодных чехлах в кубовой ванне, присутствие полипропилена не влияет на качество покрытий. Таким образом, методом вольтамперометрии установлено появление в электролите посторонних ПАОВ, выходящих из НПП. На основании приведенных результатов можно рекомендовать изделия из российского нитевого полипропилена для внедрения в отечественную промышленность с целью замещения импорта анодных полипропиленовых чехлов. При увеличении количества НПП в ванне более 4 г на 250 мл раствора, качество покрытий ухудшается.

Литература

Reference

1. Международный стандарт ISO 6252. Второе издание 15.08.1992. International Standart ISO 6252. 15.08.1992
2. Пластики – Определение растрескивания под действием напряжения со стороны окружающей среды (ESC) (ISO 22088-2:2006) «Старение, химическая устойчивость, устойчивость к воздействию окружающей среды», 2006. Plastics – Determination of cracking under the tension from the environment. (ESC) (ISO 22088-2:2006). «Aging, Chemical Resistance, Resistance to Environmental», 2006.
3. Попов А.Н., Асеева А.В. Новый метод исследования химической устойчивости конструкционных полимеров в гальванических растворах. Гальванотехника и обработка поверхности, Том XXI, №1, 2013, стр. 47-51. Popov A.N., Aseeva A.V. New Method of Chemical Resistance Study of Polymers for Plating Solutions. Electroplating and Surface Treatment. V. XXI, №1, 2013, p. 47-51.

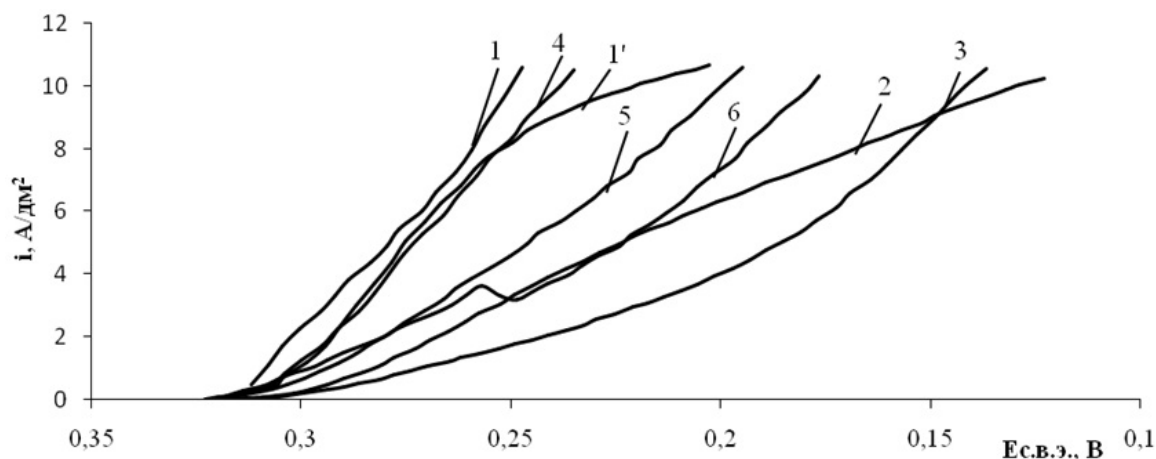


Рис. 5. Поляризационные кривые осаждения меди из исследованного электролита при 20°C, раствор с НПП в количестве 0,0375 г НПП на 250 мл электролита. 1. - раствор без контакта с НПП; 1'. - выдержка 2 часа, раствор без НПП, 2. - выдержка 2 часа, раствор с отечественным НПП; 3. - выдержка 2 часа, раствор с импортным НПП; 4. - выдержка 7 суток, раствор без НПП; 5. - выдержка 7 суток, раствор с отечественным НПП; 6. - выдержка 7 суток, раствор с импортным НПП

Fig. 5. Polarization curves for electrodeposition of copper from investigated electrolyte at 20°C, the solution with 0.0375 g of NPP per 250 ml of the electrolyte. 1 - solution without contact with NPP; 1'—storage of the solution for 2 hours , solution without NPP, 2 – contact of the solution for 2 hours with Russian-made NPP; 3 – contact of the solution for 2 hours with imported NPP; 4 - 7 days of storage of the solution without NPP; 5 - 7 days of contact of the solution with Russian-made NPP; 6 – contact of the solution for 7 days with imported NPP

Сведения об авторах

Вашина Елена Александровна, студентка, кафедра Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, РХТУ им. Д.И.Менделеева, Россия, 125047, Москва, Миусская пл., д.9; E-Mail: elena_vashina@mail.ru

Попов Андрей Николаевич, проф., д.х.н., E-Mail: popov@rusobr.ru

Information about authors

Vashina Elena, student, Dept. of Technology of inorganic substances and electrochemical processes, D.I.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, 125047, Miuskaya sq. 9. E-Mail: elena_vashina@mail.ru

Popov Andrei, Prof., Doctor of Chemical Science, E-Mail: popov@rusobr.ru

УДК 621.357.7

Исследование стабильности процесса электроосаждения сплава никель-фосфор из сульфатно-глицинатно-хлоридного электролита

**Логинова О. Ю., Шестакова Д. И., Ермоленко Ю.В.,
Цупак Т. Е., Винокуров Е. Г.**

Ключевые слова: электроосаждение; сплав никель-фосфор; аминокислота (глицин); стабильность электролита.

Исследована стабильность сульфатно-глицинатно-хлоридного электролита осаждения сплава никель-фосфор при длительном электролизе до 70 А·ч/л. Определён интервал изменения кислотности электролита ΔрН при прохождении каждые 5 А·ч/л (рис.1). Рассмотрены изменения концентраций ионов никеля (рис.2) и гипофосфит-ионов (рис. 3, 4) в электролите с увеличением количества прошедшего электричества. Показано, что в процессе электролиза в растворе происходит образование и постепенное накопление фосфит-ионов (рис. 3). Рассмотрено изменение состава электролита при электролизе и его влияние на физико-химические свойства получаемых никель-фосфорных покрытий: содержание фосфора (рис. 5) и микротвёрдость (рис. 6). Приведены рекомендации по корректировке электролита по рН и гипофосфиту натрия.

Study of the Stability of Ni-P Electrodeposition Process from Sulfate-Glycinate-Chloride Bath

**Loginova O.Yu., Shestakova D.I., Ermolenko Yu.V.,
Tsupak T.E., Vinokurov E.G.**

Key words: electrodeposition; nickel-phosphorus alloy; amino acetic acid (glycine); Ni-P plating bath stability.

Stability of the bath in the course of electrolysis (up to 70 A·h/l) was studied with respect to pH-changes after every 5 A·h/l (Fig.1). Changes in the concentrations of Ni ions (Fig.2) and hypophosphite (Figs 3, 4) were also determined. Phosphite ions are gradually built-up (Fig.3). The effects of gradual changes of the bath composition on the coatings characteristics are considered: phosphorous content (Fig.5) and microhardness (Fig.6). Recommendations on the replenishments for pH adjusting and hypophosphite additions in the course of bath operation are given.

Разработка технологий осаждения сплавов является предметом особого интереса в связи с тем, что имеется тенденция к вытеснению индивидуальных металлов их сплавами, обладающими улучшенными физико-химическими свойствами [1, 2]. Если никелевое покрытие содержит в своём составе некоторое количество фосфора, то его защитные свойства и микротвёрдость значительно повышаются [2]. Данные свойства создают широкие перспективы для использования покрытий сплавом никель-фосфор в различных отраслях промышленности, таких как авиационная, электронная и ядерная промышленность, космическая и вакуумная техника и др.

В зависимости от прошедшего через объём электролита количества электричества состав электролита может значительно изменяться, что отражается на качестве покрытий и их физико-химических свойствах. В электролитах для осаждения сплава никель-фосфор в результате химических и электрохимических реакций расходуется гипофосфит натрия. В результате этого уменьшается количество включаемого в осадок фосфора, что сказывается на микротвёрдости и защитной способности никель-фосфорных покрытий. Кроме того в результате окисления гипофосфит-ионов происходит постепенное накопление фосфитов и выпадение их в осадок при достижении предела растворимости [1]. Поэтому важной характеристикой разрабатываемых процессов для нанесения гальванических покрытий сплавом никель-фосфор является стабильность электролита в процессе его эксплуатации.

Исследуемые сульфатно-глицинатно-хлоридные электролиты являются сложными комплексными электролитами. Аминоуксусная кислота (глицин) в электролитах выполняет роль буферизирующего и комплексообразующего вещества [3]. В растворе никель помимо комплексов с глицином образует комплексы с гипофосфит-ионом $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2]^0$, $[\text{NiH}_2\text{PO}_2]^+$ [4], и с образующимся в результате окисления анионом фосфористой кислоты $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{PO}_3)_3]^-$ [5], $[\text{NiHPO}_3]^0$ [6], $[\text{NiH}_2\text{PO}_3]^+$ [6].

Растворимость соединений фосфит-иона с никелем, как показано в ранее проведенных работах для ацетатно-хлоридных [7] и сульфатно-сукцинатно-хлоридных электролитов [8], зависит от pH_0 электролита. В более кислых растворах

увеличивается предел растворимости фосфитов, после достижения которого происходит выпадение твёрдой фазы.

Целью настоящего исследования являлось определение изменения концентраций компонентов электролита в процессе длительного электролиза и влияние этих изменений на выход по току и состав сплава, а также микротвёрдость никель-фосфорного покрытия.

Методика эксперимента

Состав исследуемого электролита представлен ниже, моль/л (г/л): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 (140); HCl 0,1; $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 0,2 (15); $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,05 (5,3); pH 2,3; t 50°C; i_k 5А/дм².

Через электролит (объем 2 л) было пропущено 70 А·ч/л. Электролиз проводили в термостатируемой ячейке. Корректировку pH проводили серной кислотой, разбавленной 1:4, после каждых прошедших 5 А·ч/л с использованием pH метра «pH-METER-pH410».

Анализ электролита по ионам никеля проводили трилонометрическим методом с применением индикатора мурексида. В качестве титранта применяли 0,1н раствор трилона Б [9].

Определение концентраций гипофосфит- и фосфит-ионов в электролите проводили в системе капиллярного электрофореза «Капель-105М», Россия, Люмекс. Система капиллярного электрофореза перед каждым замером калибровалась буферным раствором следующего состава: 20 ммоль/л гидрофталата калия в смеси с 0,5 ммоль/л цетилметиламмоний бромидом. Для построения градуировочных графиков в качестве стандартов использовались растворы фосфористой и фосфорноватистой кислот, концентрация которых была предварительно установлена методом кислотно-основного титрования (0,1017М и 0,105М соответственно). Для проведения анализа пробу электролита разбавляли в 10 раз: в пробирку прибора вносили 50 мкл раствора пробы электролита и 450 мкл дистиллированной воды.

Катодный выход по току устанавливали гравиметрически с использованием электронных весов «НTR-80СЕ». Содержание фосфора в сплаве никель-фосфор определяли фотометрическим методом с построением градуировочного графика на фотоколориметре «Экотест 2020».

Микротвёрдость по Виккерсу измеряли до и после термообработки на микротвердомере «HVS-1000» при нагрузке 100г (толщина покрытия составляла 24 мкм). Термообработку покрытий сплавом Ni-P проводили в электропечи СНОЛ-3/11-И2 в воздушной среде при 400°C в течение 1ч с шагом нагрева 5°C/мин.

Результаты исследования

Наиболее важную роль в электролитах осаждения сплава никель-фосфор играет концентрация ионов водорода [10]. Так как в процессе электролиза происходит снижение кислотности прикатодной зоны, в электролиты для осаждения сплава никель-фосфор добавляют буферизирующие добавки и контролируют кислотность электролита. Корректировку pH до значения 2,3 проводили после каждых прошедших 5 А·ч/л (рис.

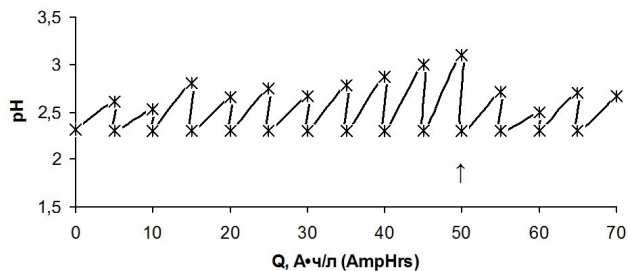


Рис. 1. Изменение pH электролита в процессе электролиза; ↑ - корректировка по аминокислоте
Fig.1. Changes in the pH-value in the course of electrolysis.
↑ - additions of glycine

1). При этом за каждые прошедшие 5 А·ч/л (до 40 А·ч/л) значение pH увеличивалось в среднем от 2,3 до 2,6-2,8, т.е. ΔрН составляет 0,3-0,5 ед. После прохождения 45 А·ч/л интервал изменения ΔрН увеличился до 0,7 ед., поэтому провели корректировку электролита по буферизирующей добавке – аминокислоте (½ исходной концентрации) (рис.1).

Полученные данные об изменении pH можно сопоставить с данными для сульфатно-сукцинатно-хлоридного электролита осаждения сплава никель-фосфор при $pH_{нач}$ 2,0-2,3. Корректировку pH электролита в работе [8] проводили каждые 2,5 А·ч/л и ΔрН составляет 0,2-0,45 ед. Аминокислота в сравнении с янтарной кислотой лучше стабилизирует кислотность электролита в этом интервале pH, что согласуется с данными о рК кислот и рассчитанными на их основе диапазонами максимального буферирования (1,37-3,37

– для аминокислоты; 3,21-6,6 – для янтарной [11]).

Так как анодный выход по току превышает катодный, в электролите происходит накопле-

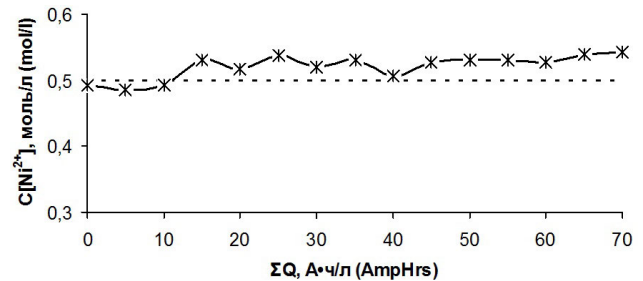


Рис. 2. Влияние количества прошедшего электричества на концентрацию ионов никеля в электролите
Fig.2. Effect of the electric charge passed through the solution on the concentration of nickel ions

ние ионов никеля. При пропускании через объём электролита 70 А·ч/л концентрация ионов никеля находилась в интервале 0,48-0,54 М (рис. 2). В процессе электролиза уменьшение объёма электролита (в результате испарения) корректировали добавлением дистиллированной воды. Изменение концентрации никеля в данном интервале практически не влияет на свойства осадков сплава никель-фосфор, как показано в работе [12].

Одной из причин, вызывающих изменение качества покрытий сплавом никель-фосфор и его химического состава, является необратимое разложение гипофосфита натрия, в результате

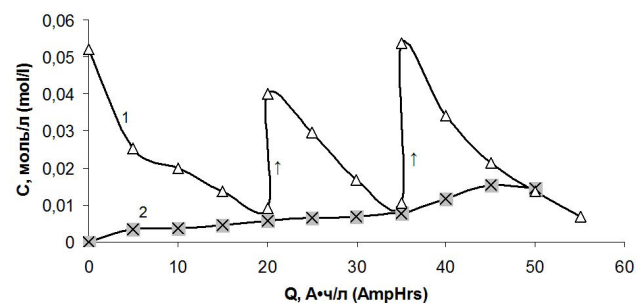


Рис. 3. Изменение концентраций гипофосфит- (кривая 1) и фосфит-ионов (кривая 2) в зависимости от количества прошедшего электричества
↑ - корректировка электролита по гипофосфиту натрия
Fig.3. Changes in the concentrations of hypophosphite (1) and phosphate ionic (2) as a function of the electric charge passed through the solution

которого в электролите происходит накопление фосфит-ионов. Образование труднорастворимых фосфитов никеля оказывает вредное влияние на

процесс электроосаждения сплава: взвешенные частицы оседают на деталях, ухудшая качество покрытий.

Динамика разложения гипофосфита натрия и образования фосфитов в процессе электролиза представлена на рис. 3.

Из представленных на графике (рис. 3) данных видно, что с увеличением количества пропущенного электричества наблюдалось снижение содержания гипофосфит-ионов, связанное с протеканием электрохимической реакции их восста-

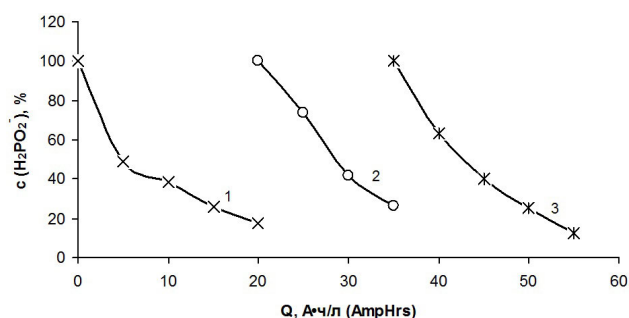


Рис. 4. Изменение относительной концентрации гипофосфит-ионов в зависимости от количества прошедшего электричества: кривая 1 – в исходном растворе; кривая 2 – после 1-й корректировки по гипофосфит-иону; кривая 3 – после 2-й корректировки

Fig.4. Consumption of hypophosphite ions depending on the electric charge passed for the initial solution (1) and after the 1st (2) and 2nd (3) replenishments

новления до элементарного фосфора, а также с окислением гипофосфит-ионов до фосфит-ионов, которое в соответствии с литературными данными [10] может протекать как по химическому, так и по электрохимическому механизму. Как следствие, в растворе наблюдается постепенное накопление фосфит-ионов (рис. 3). Причем, при пропускании первых 10 А·ч/л количества электричества концентрация гипофосфит-ионов уменьшилась более чем в 2 раза – до 40% от исходной концентрации (рис. 4).

При прохождении 70 А·ч/л кристаллизации фосфитов не наблюдалось. Полученные данные согласуются с данными, приведёнными ранее для разбавленных ацетатно-хлоридных электролитов [7]. В этой работе было показано, что для ацетатно-хлоридных электролитов с рН₀ 3,5; 4,0; 4,5 образование твёрдой фазы зависит от значения рН: чем ниже рН, тем при большей концентрации фосфит-ионов в растворе выпадает твёрдая фаза. Так

при рН₀ 4,5 твёрдая фаза в растворе появлялась при концентрации фосфит-ионов 0,0625 М, при рН₀ 4,0 – 0,0817 М, а при рН₀ 3,5 – 0,317 М. В исследе-

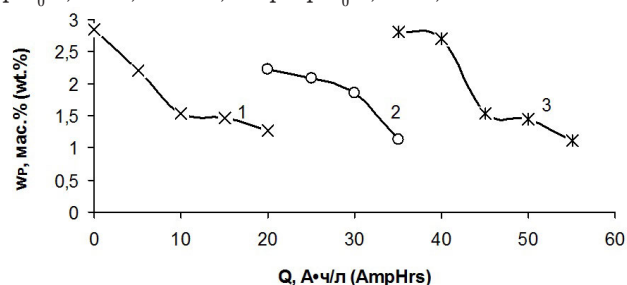


Рис. 5. Содержание фосфора в покрытии в зависимости от количества прошедшего электричества: 1. – из исходного раствора; 2. – после 1-й корректировки по гипофосфит-иону; 3. – после 2-й корректировки

Fig.5. Phosphorus content in the coating depending on the electric charge passed for the initial solutions (1), and after the 1st (2) and 2nd (3) replenishments

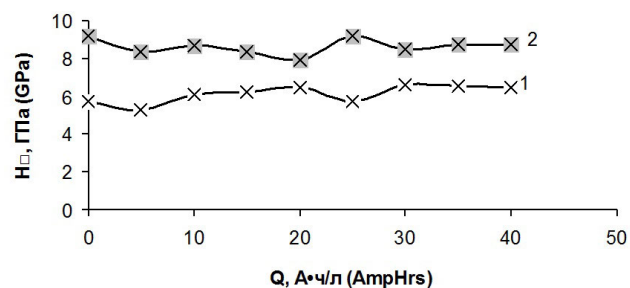


Рис. 6. Зависимость микротвёрдости никель-фосфорных покрытий от количества прошедшего электричества: 1 – до термообработки; 2 – после термообработки при 400°C в воздушной среде

Fig.6. Effect of electric charge passed on the microhardness of Ni-P coatings: 1. – prior to heat treatment; 2. – after the treatment at 400°C in atmosphere

дованном в данной работе сульфатно-глицилатно-хлоридном электролите с рН_{нач} 2,3, очевидно, еще не достигнута концентрация фосфит-ионов, при которой начнется образование твёрдой фазы в растворе.

Изменения состава раствора в процессе электролиза приводят к изменению выхода по току и составу сплава никель-фосфор.

Так выход по току изменяется в интервале 82,3 – 95,8 %, возрастая по мере повышения рН раствора (рис. 1).

На изменение содержания фосфора в сплаве влияет, вероятно, несколько факторов (рис. 5). Во время электролиза происходит, во-первых, непрерывное снижение кислотности прикатодной зоны, что смещает потенциал восстановления

гипофосфит-иона в более отрицательную сторону – затрудняет разряд этих ионов [10]. Во-вторых, по мере увеличения количества прошедшего электричества Q уменьшается концентрация гипофосфита натрия, который является донором фосфора. В-третьих, изменяется ионный состав электролита: увеличивается концентрация ионов натрия, накапливаются в растворе фосфит-ионы, вероятно, уменьшается концентрация аминокислотной кислоты. Влияние аминокислотной кислоты определяется, главным образом, её буферными свойствами, которые оказывают влияние на рН в прикатодной зоне. Чем меньше концентрация кислоты, тем больше рН отличается от рН₀ в объеме раствора, что приводит к уменьшению содержания фосфора в сплаве.

Как видно из рисунков 1-3, в процессе электролиза изменяется состав электролита. Увеличение рН, накопление никеля и расход гипофосфита – всё приводит к уменьшению содержания фосфора в покрытии (рис. 5). Однако, из сульфатно-глицинатно-хлоридного электролита получены покрытия, микротвёрдость которых практически не зависит от количества включенного фосфора в интервале от 2,84 до 1,12 мас. %.

Выводы

1. Исследована стабильность сульфатно-глицинатно-хлоридного электролита при длительном электролизе (до 70 А·ч/л). Определены скорости расходования гипофосфит-ионов и образования фосфит-ионов в зависимости от количества прошедшего электричества.

2. Предложены рекомендации по корректировке электролита по ионам гипофосфита (каждые 15-20 А·ч/л) и рН (каждые 5 А·ч/л), позволяющие получать осадки сплава с относительно постоянной микротвёрдостью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках проектной части государственного задания.

Список литературы

Reference

1. Вишенков С.А. Химические и электрохимические способы осаждения металлопокрытий. М.: Машиностроение. 1975. 812с.
Vishenkov S.A. Chemical and Electrochemical Methods for the Deposition of Metal Coatings. M.: Mashinostroenie. 1975. 182 p.
2. Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н. Никелирование: учебное пособие/ Под. ред. В.Н. Кудрявцева. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2014. 192 с.
Mamaev V.I., Kudryavtsev V.N. Nickel Plating. Ref.book, Ed. By V.N. Kudryavtsev, RKhTU im. D.I.Mendeleeva. 2014. 192 p.
3. Соцкая Н.В., Долгих О.В., Ву Тхи Зуен. Влияние природы фонового аниона на буферную емкость глицин-содержащих электролитов никелирования// Журнал физической химии. 2009. Т.83. №6. С.1073-1078.
Sotskaya N.V., Dolgykh O.V., Vu Tkhy Zuen. Effect of the Anion of the Supporting Electrolyte on Buffer Capacity of Glyzine-containing Nickel Baths. J. Phys.-Chem., 2009, v.83, №6. P.1073-1078.
4. Медведков В.Н., Ерофеев Б.В. Комплексообразование в растворах Ni(II) и гипофосфита натрия// ДАН СССР. 1970. Т.191. №5. С.1106-1108.
Medvedkov V.N., Erofeev B.V. Complex formation in Nickel (II) and Hypophosphite Solutions. Pros. Acad.Sci USSR. 1970. v.191., №5, P.1106-1108.
5. Луныцкас А.М. О фосфитах никеля и кобальта// Тр. АН Лит.ССР. 1965. Т. Б4 (43). С. 97-103.
Lunyatskas A.M. About Ni- and Co-phosphites. Pros. Acad. Lith.SSR 1965. v. Б4 (43). P. 97-103.
6. Smith R.M., Martel A.E. Critical stability constants. V.4. Inorganic Complexes. N.-Y.-L.: Plenum Press. 1976. 256p.
7. Павлова В. И. Электроосаждение сплава никель-фосфор из разбавленных ацетатно-хлоридных электролитов в режимах стационарного и импульсного электролиза. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 1998. 16с.
Pavlova V.I. Autoref. Diss. Cand.Chem.Sci. Electrodeposition of Ni-P Alloys from Diluted Acetate-Chloride Baths Using DC and Pulsing

Current. M., RKhTU im. D.I.Mendeleeva. 1998. 16 p.

8. Юй Фэй. Электроосаждение сплава никель-фосфор из сульфатно-сукцинатно-хлоридных электролитов. Автореф. Дисс. ... канд. техн. наук. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2003. 16с.

Yu Fey. Autoref. Diss. Cand.Chem.Sci. Electrodeposition of Ni-P from Sulfate-Succinate-chloride Baths. M., RKhTU im. D.I.Mendeleeva. 2003, 16 p.

9. Пршибил Р. Комплексоны в химическом анализе. М.: Химия, 1960. С.187.

Prshibil R. Complexes in Chemical Analysis. M., Khimiya. 1960. 187 p.

10. Вахидов Р.С. Электроосаждение некоторых металлофосфорных сплавов: Автореф. дисс. ... д-ра хим. наук. М. 1974. 41с.

Vakhidov R.S. Electrodeposition of Some Metal-Phosphorous Alloys. M. 1974. 41 p.

11. Добош Д. Электрохимические константы. Справочник для электрохимиков. М.: МИР. 1980. 365с.

Dobosh D. Electrochemical Constants. M.: Mir, 1980, 365 p.

12. Петрушова О.Ю., Цупак Т.Е. Электроосаждение сплава никель-фосфор из сульфатно-глицинатно-хлоридных электролитов. Гальванотехника и обработка поверхности. 2014. Т.ХХII. №1. С.16-23.

Petrushova O.Yu., Tsupak T.Ye. Electrodeposition of Ni-P Alloy from Sulfate-glycin-chloride Baths. Electroplating and Surface Treatment. 2014, v. XXII, №1, P. 16-23.

Сведения об авторах

Логинова Ольга Юрьевна – аспирант, кафедра Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов (ТНВи-ЭП), РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д.9.

Шестакова Дарья Игоревна – студент.

Ермоленко Юлия Валерьевна – к.х.н., доцент, кафедра аналитической химии; e-mail: uve2007@yandex.ru

Цупак Татьяна Евгеньевна – д.т.н., профессор; e-mail: tsupak@mail.ru

Винокуров Евгений Геннадьевич – д.х.н., профессор; e-mail: vin@muctr.ru

Information about authors

Loginova O.Yu. – post graduate student, Department of Technology of inorganic substances and electrochemical processes, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia; 125047 Moscow, Miuskaya sq., 9

Shestakova D.I. – student

Ermolenko Yu.V. – Acc. Prof., Dept. Analytical Chemistry, uve2007@yandex.ru

Tsupak T.E., – professor, Doc. of Sci.; tsupak@mail.ru

Vinokurov E.G. – professor, Doc. of Sci; vin@muctr.ru

УДК 542.87

Твердотельный полярограф

Руденок В.А.

Ключевые слова: биполярная поляризация; измерение распределения потенциалов

Представлено устройство для измерения распределения потенциалов и интенсивности протекающих процессов по длине протяженного электрода, состоящее из экспериментальной и электрохимической ячеек. Электрод в электрохимической ячейке поляризуется до потенциала, соответствующего значению потенциала в фиксированной точке протяженного электрода, поляризуемого в измерительной ячейке по биполярной схеме.

Polarograph with Solid Electrode

Rudenok V.A.

Key words: bipolar polarization, measurement of potentials distribution

Polarograph with solid working electrode included two electrolytic cells: one is a polarographic cell and the other is used to control the potential of working electrode. Inside this cell there is a long wire, acting as a bipolar electrode and a sliding contact composed of a reference electrode connected with the electric circuit which changes the voltage applied to a working electrode and to a counterelectrode.

Введение

Полярографические методы анализа растворов успешно применяются для выполнения аналитических измерений в исследовательских и промышленных лабораториях. Они позволяют определять одновременно несколько веществ, входящих в состав раствора, отличаются хорошей чувствительностью и воспроизводимостью результатов. В то же время работа с ртутной падающей каплей, положенной в основу метода, требует использования специальных приемов подавления полярографических максимумов, вызванных течением ртути внутри растущей капли. Существенным является также вопрос экологической безопасности при работе с ртутью. В литературе

предлагаются различные конструкции полярографов, позволяющих уйти от этих проблем.

Описание устройства

В статье рассматривается устройство для измерения распределения потенциалов и интенсивности протекающих процессов по длине протяженного электрода, состоящее из экспериментальной ячейки 2 (рис. 1), содержащей исследуемый электрод 7, и электрохимической ячейки 1, включающей рабочий 10 и вспомогательный 11 электроды. Электрохимическая и экспериментальная ячейки соединены солевым мостиком 13. В ячейке 2 расположен исследуемый электрод 7 и устройство для равномерного

перемещения электрода сравнения (хсэ) 9 вдоль его поверхности. Электрод 9 подключен к клемме «электрод сравнения» на входе потенциостата. В электрохимическую ячейку 1 введен электрод сравнения 12, подключенный к вольтметру 4. Потенциометр 6 регистрирует потенциал рабочего электрода 10; потенциометр 5 регистрирует силу тока его поляризации [1].

Процесс измерения сводится к биполярной поляризации протяженного платинового проволочного электрода 7, натянутого в горизонтальном положении в исследуемом растворе вблизи его поверхности. Поляризация производится при помощи двух дополнительных электродов 8, расположенных у концов электрода 7. Сила поляризующего тока от внешнего источника выбирается, исходя из конкретных задач измерения. По поверхности проволочного электрода с постоянной скоростью скользит своим капилляром электрод сравнения (хлорсеребряный электрод) 9.

Ток, протекающий через электрод 7 в точке касания его поверхности электродом 9, соответствует интенсивности электрохимического процесса, установившегося в этой точке при данном потенциале. Интенсивность процесса, или плотность тока в этой точке, связана с величиной электродного потенциала в ней.

Ячейки подключены к потенциостату таким образом, что электрод 9 подключен к клемме «электрод сравнения» потенциостата. Электрод 10 подключен к клемме «Рабочий электрод»; электрод 11 к клемме «Вспомогательный электрод». Очевидно, электрод 7 выполняет в данной схеме подключения роль электрода сравнения. При этом конкретное значение величины электродного потенциала электрода 7 изменяется по мере перемещения по длине этого проволочного электрода 9.

Потенциостат включен в режим поддержания потенциала электрода 10 равным потенциалу, измеряемому электродом 9. Следовательно, плотность тока поляризации электрода 10 потенциостатом до заданного потенциала, будет соответствовать плотности тока, протекающего в точке касания поверхности электрода 7 электродом 9. Точность выполняемых измерений будет определяться геометрическими размерами электрода 10. Небольшие размеры электрода обеспечат одинаковое значение потенциала по всей его поверхности. Солевой мостик 13 должен подводиться к поверхности электрода 10 настолько близко, чтобы исключить влияние на него токов поляризации, протекающих между электродами 10 и 11.

Этот потенциал строго соответствует потенциалу электрода 10, а последний формируется за счет тока поляризации, вырабатываемого потенциостатом.

Самописец 5 фиксирует силу тока поляризации, вырабатываемого потенциостатом.

Поскольку электрод 9 равномерно перемещается по поверхности электрода 7, то фактически

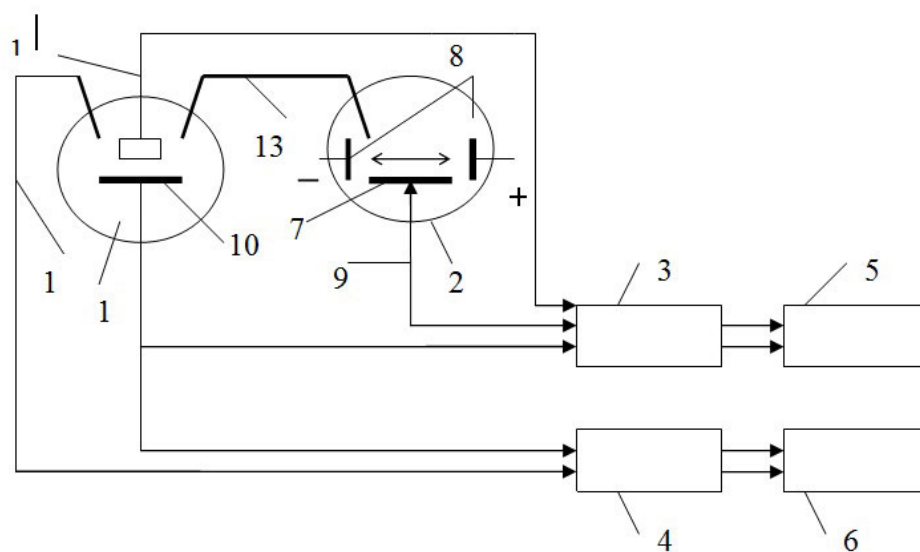


Рис. 1. Схема. 1. – электрохимическая ячейка; 2. – экспериментальная ячейка; 3. – потенциостат; 4. – вольтметр; 5, 6. – самописцы; 7. – протяженный платиновый (исследуемый) электрод; 8. – дополнительные электроды из инертного материала, присоединенные к регулируемому источнику постоянного тока (не показан); 9. – электрод сравнения; 10. – платиновый электрод; 11. – вспомогательный платиновый электрод; 12. – электрод сравнения; 13. – электролитический ключ. Электрод 10 подключен к клемме на колодке потенциостата «рабочий электрод».

Fig.1. Principal electrical circuit. 1. – electrolytic cell; 2. – experimental cell; 3. – potentiostat; 4. – voltmeter; 5, 6. – recording devices; 7. – long wire electrode (Pt); 8. – auxiliary electrodes connected to a power source (not shown); 9. – reference electrode; 10. – Platinum electrode; 11. – auxiliary platinum electrode; 12. – reference electrode; 13. – Luggin capillary (double-sided). Electrode 10 is connected to potentiostat contact "working electrode"

ки самописец 5 фиксирует распределение интенсивности электрохимических процессов по длине проволочного электрода [2].

Значение электродного потенциала, установившегося в этой точке, записывается как потенциал электрода 10, при помощи вольтметра 4 и самописца 6. Совмещение кривых, полученных на самописцах 5 и 6, дает зависимость "потенциал - сила тока" для протяженного электрода (полярограмму процессов).

Полярограф может быть полезен для изучения процессов, протекающих в водных растворах органических и неорганических соединений.

Список литературы

References

1. Руденок В.А. Способ распределения потенциалов и интенсивности протекающих процессов по длине исследуемого электрода, и устройство для его реализации//Патент России №2599161, 2015, Бюл.№32.

Method for the distribution of potentials and intensity of processes along the electrode and the device for its realization (Pat. RF№2599161, 2015.

2. Руденок В.А., Бахчисарайцян Н.Г., Кругликов С.С. Способ измерения скорости коррозии основы в порах катодного гальванического покрытия// Патент России № 1356726 ,1987. Бюл. № 44.

Method for the measurement of corrosion rate in the pores cathodic coating (Pat. RF № 1356726,1987,

Сведения об авторах

Руденок Владимир Афанасьевич – к.х.н., доцент, зав. кафедрой химии; Ижевская государственная бюджетная образовательная организация высшего профессионального образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВПО ИжГСХА); 426008, Удмуртия, г. Ижевск, ул. Пушкинская 216, кв.102; тел.: 8-912 8554226; e-mail: rudenva@rambler.ru

Rudенок Vladimir A. - Acc. Prof., Cand. of Sci., Head of Dept. of Chemistry, Izhevsk Academy of Agriculture. 426008, Izhevsk, Pushkinskaya Str., 216-102.



**Ваши добавки
станут дешевле
до 80%**

подробности на <http://123.galvanit.ru>

 **Гальванит**

группа компаний ГАЛЬВАНИТ
+7(495)565-35-49
123@galvanit.ru

УДК 621.357.7

О некоторых особенностях использования потенциостатического режима при электроосаждении металлов и сплавов

Кругликов С.С.

Ключевые слова: потенциостатический режим, падение потенциала в приэлектродном слое, падение потенциала в электроде.

Рассмотрена роль падения потенциала в электроде и в приэлектродном слое раствора и его влияние на распределение тока на поверхности электрода и на величину электродного потенциала. Сформулированы условия, при соблюдении которых поверхность рабочего электрода можно рассматривать как эквипотенциальную, и, наоборот, при каких условиях электродный потенциал на различных участках поверхности может существенно различаться. Рассмотрено влияние эволюции микропрофиля катодной поверхности на величину отдельных составляющих измеренного электродного потенциала.

Certain Features of the Electrodeposition of Metals and Alloys under Potentiostatic Conditions

Kruglikov S.S.

Key words: potentiostatic electrolysis, potential drop in the solution near the electrode, potential drop in the electrode.

The effect of non-uniform distribution of electrode potential and current density caused by a potential drop in the electrode material is considered. Thin copper wires several cm in length (Fig.1) may be considered as equipotential electrodes. Quite opposite case is represented by the rotating disc electrode in any process solution, i.e. without supporting electrolyte – electrode polarization and current density is much higher near the edges of the disc (Fig.2). More complicated situation takes place, when microgeometry of a cathode surface is changing considerably in the course of the electrolysis. For example, the potential drop in the solution caused by its electrical resistance is relatively small and may be neglected in the course of the filling of nano-pores in an insulating material by the electrodeposited metal (Fig. 3). However it becomes very high, when a continuous layer is formed on the external surface of the electrode (Fig.4). As a result of these changes actual cathode polarization and true current density become much smaller, when the deposition starts on the external surface. These considerations have not been taken into account in some papers (e.g. see ref. № 1).

Проведение электролиза при контролируемом и постоянном значении потенциала рабочего электрода является одним из стандартных и широко применяемых приемов в электрохимических исследованиях. Следует, однако, внести следующее уточнение в смысл самого понятия «потенциостатический режим»: в большинстве случаев это означает, что в процессе электролиза остается постоянной величина напряжения между рабочим электродом и электродом сравнения. Однако постоянство величины этого напряжения в процессе электролиза не всегда означает постоянство потенциала рабочего электрода. В частности, этот потенциал может существенно изменяться в тех случаях, когда в процессе электролиза происходит уменьшение или увеличение истинной площади поверхности рабочего электрода. Следует также уточнить смысл самого понятия «потенциала рабочего электрода» при проведении электролиза.

При прохождении тока через электрохимическую цепь величина электродного потенциала поляризованного электрода, как правило, не является одинаковой для разных участков его поверхности. Две основные причины неэквипотенциальности электродной поверхности – электрическое сопротивление материала электрода и электрическое сопротивление раствора. Однако часто при проведении электрохимических экспериментов роль этих факторов и их влияние на полученные результаты не принимаются во внимание. Ниже рассмотрена роль каждого из этих двух факторов, а также особенности изменения электродного потенциала в процессе электролиза, которые имеют место в тех случаях, когда во время электролиза происходит существенное изменение микрогеометрических параметров электродной поверхности.

1. Электрическое сопротивление материала рабочего электрода

Эффект воздействия этого фактора на электродный потенциал можно сформулировать в общей форме следующим образом: абсолютная величина электродной поляризации (а следовательно и локальное значение плотности тока) имеет разную величину в разных точках поверхности рабочего электрода и закономерно уменьшается по мере удаления от точки контакта рабочего электрода с токоподводящим проводником. Наглядной иллюстрацией проявления этого эффекта может служить рабочий электрод в виде

тонкой проволоки, длина которой, l , многократно превышает ее радиус, r , а противоэлектроды расположены параллельно рабочему электроду на расстоянии, многократно превышающем диаметр проволоки (см. рис. 1).

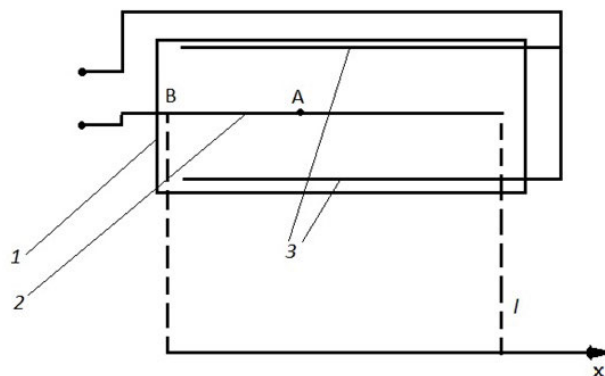


Рис. 1. Схема ячейки с тонким проволочным рабочим электродом и двумя противоэлектродами:

1. – емкость с раствором; 2. – рабочий электрод; 3. – два противоэлектрода

Fig.1. The cell with working electrode of thin wire and two counter electrodes:

1. - the cell with the solution; 2. - working electrode; 3. - two counter electrodes

При одностороннем токоподводе электродная поляризация, η , в точке А меньше, чем в точке В, на величину падения потенциала в электроде, ΔU на участке АВ:

$$|\eta_A| = |\eta_B| - |\Delta U_{AB}| = |\eta_B| - \left| \int_B^A dU \right| \quad (1)$$

Для упрощения оценки можно принять, что плотность тока на поверхности проволоки, i_s , одинакова во всех точках:

$$i_s = \text{const} = \frac{I}{2\pi \cdot r \cdot l} \quad (2)$$

Ток, проходящий по проволоке в точке x:

$$I_x = 2\pi r(l-x)i_s \quad (3)$$

Здесь I – сила тока в цепи, x – координата, отсчитываемая от левого конца рабочего электрода, r – удельное сопротивление материала электрода.

Тогда соответствующее приращение падения напряжения в проволоке с удельным сопротивлением ρ на участке ее длины dx :

$$dU_x = I_x \cdot \frac{\rho}{\pi r^2} \cdot dx \quad (4)$$

Отсюда

$$\Delta U_{AB} = \int_B^A dU_x \quad (5)$$

Максимальное значение ΔU_{AB} , соответствующее $x = l$, составляет:

$$\Delta U_{AB} = \rho \frac{l^2}{r} i_s \quad (6)$$

Для практического использования полученного соотношения целесообразно задать максимальное приемлемое уменьшение поляризации по длине проволоки (например, 1 мВ), длину проволоки (например, 1 см), ее диаметр (0,5 мм), удельное сопротивление материала проволоки (для меди - 0,018 Ом·мм²/м) и рассчитать максимальную величину уменьшения поляризации по длине проволоки:

$$\Delta \eta_{\max} = \Delta U_{\max} = 0,7 \cdot 10^{-4} i_{cp} \text{ В} \quad (7)$$

При $i_{cp} = 1 \text{ А/см}^2$, $\Delta \eta_{\max}$ составит 0,07 мВ.

Как видно из результатов оценки ΔU_{\max} для принятых значений геометрических параметров, рассчитанная величина ΔU_{\max} оказалась существенно ниже максимального допустимого значения (1 мВ).

Таким образом, тонкий медный проволочный электрод длиной порядка 1 см оказался пригодным для проведения различных экспериментов в лабораторной ячейке. Однако при использовании тонких проволочных электродов в промышленных ваннах не следует забывать о том, что длина проволоки в формуле (6) стоит не в первой степени, а в квадрате. Это означает, что, например, при $l = 1 \text{ м}$ изменение поляризации на проволоке от точки токоподвода возрастет на 4 порядка величины и тогда длина проволоки может оказаться критическим параметром для процесса в целом, поскольку для такой длины проводника $\Delta U_{\max} \approx 700 \text{ мВ}$.

2. Электрическое сопротивление раствора на участке электрической цепи: поверхность рабочего электрода – поверхность противоиэлектрода

Потенциостатический режим при проведении электролиза или каких-либо электрохимических измерений предполагает, что поддерживаемое тем или иным методом постоянное значение электродного потенциала является одинаковым на всех участках поверхности рабо-

чего электрода. Существуют два приема, позволяющие выполнить это условие:

1. Снизить до пренебрежимо малой величины среднее падение напряжения на участке электрической цепи: раствор у поверхности рабочего электрода – раствор у поверхности противоиэлектрода.
2. Выбрать такую форму и взаимное расположение электродов в электролитической ячейке, для которых первичное распределение тока является равномерным.

Первый прием является стандартным в тех случаях, когда можно произвольно ограничить максимальную плотность тока на рабочем электроде и увеличить удельную электропроводность раствора, повышая в нем концентрацию ионов, не принимающих участие в электродной реакции на рабочем электроде (концентрацию фоновых электролитов). Этот прием, естественно, неприменим в тех случаях, когда состав электролита и диапазон плотности тока заданы, что типично для экспериментальных исследований электрохимических технологических процессов.

Наглядным примером могут служить электрохимические исследования, в которых используется вращающийся дисковый электрод.

На рис. 2 показан схематически характер изменения электродного потенциала по диаметру диска для двух вариантов проведения электролиза. В первом случае падение напряжения в растворе в окрестностях диска (на расстоянии 1 см от его поверхности) измеряется долями милливольт, а во втором – десятками и даже сотнями

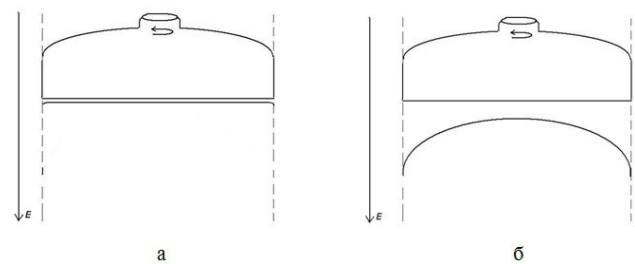


Рис. 2. Характер относительного распределения электродного потенциала на поверхности диска: а. - при низкой средней плотности тока и высокой концентрации фоновых электролитов; б. - при средней плотности тока, используемой для нанесения гальванического покрытия из раствора, не содержащего фоновых электролитов
Fig.2. Relative distribution of the electrode potential on the disc surface: а. - at low average current density and high concentration of supporting electrolyte; б. - at average current density which is normally used in electroplating in a solution containing no supporting electrolyte

ми милливольт. Соответственно, и плотность тока на периферийной зоне диска во втором случае будет в несколько раз выше, чем в центре.

При проведении поляризационных измерений на вращающемся дисковом электроде в растворах, используемых в гальванотехнике, возникает еще одна проблема. Поскольку в экспериментах с вращающимся дисковым электродом капилляр электрода сравнения обычно размещают на расстоянии порядка 1 см от диска во избежание создания помех движению жидкости, то результаты поляризационных измерений на таком электроде неизбежно сильно искажаются. При высоких плотностях тока омическая составляющая измеренного электродного потенциала может даже превысить величину собственно электродной поляризации, как это, по-видимому, имело место в работе Роджерса и Тейлора, описывающей результаты изучения катодного процесса в электролите никелирования с выравнивающей добавкой [1].

Таким образом, для экспериментального изучения процессов электроосаждения металлов и сплавов в потенциостатических условиях, целесообразно обеспечить максимальное приближение первичного распределения тока к равномерному и размещать капилляр электрода сравнения возможно ближе к поверхности рабочего электрода; либо корректировать величину измеренного электродного потенциала, вводя поправку на падение напряжения в растворе. Одним из возможных вариантов является комбинация двух коаксиально расположенных цилиндров, один из которых (например, внутренний) является рабочим электродом и, при необходимости, может вращаться вокруг собственной оси. Второй вариант – два плоскопараллельных электрода, расположенные у противоположных стенок прямоугольной ванны, причем размер электродов соответствует внутреннему размеру стенки.

Ввиду того, что в данном варианте электрическое поле в межэлектродном пространстве является однородным, становится возможным точный учет падения напряжения в растворе между поверхностью рабочего электрода и электродом сравнения.

Наконец, если задачей эксперимента является только установление взаимосвязи между плотностью тока и электродным потенциалом, а не получение гальванического покрытия на поверхности с конкретными микро- и макроге-

ометрическими характеристиками, то для проведения измерений пригоден рабочий электрод любой конструкции, но удовлетворяющий условию:

$$W = \frac{dE/di}{\rho L} \gg 1 \quad (8)$$

Здесь: W – число Вагнера (безразмерный критерий электрохимического подобия); dE/di – поляризуемость; ρ – удельное сопротивление раствора, L – так называемая характеристическая длина, зависящая от формы и абсолютных размеров ячейки и электродов, и от их взаимного расположения. Для геометрически подобных систем L изменяется прямо пропорционально масштабному фактору. Последнее обстоятельство дает возможность произвольно увеличивать число Вагнера при постоянстве всех остальных параметров просто путем уменьшения размеров рабочего электрода.

Тогда, если выполняется неравенство

$$W \gg 1, \quad (9)$$

то распределение электродного потенциала и плотности тока на поверхности рабочего электрода приближается к равномерному. Таким образом, чтобы обеспечить эквипотенциальность поверхности рабочего электрода при проведении поляризационных измерений часто используют микроэлектроды, например, в виде торца тонкой проволоки, впаянной в стекло. Действительно, электродный потенциал и плотность тока на таком электроде одинаковы во всех точках его поверхности ($W \gg 1$), а падение напряжения в приэлектродной зоне раствора пренебрежимо, поскольку оно пропорционально диаметру проволоки. Поэтому измеренный и истинный потенциалы рабочего электрода совпадают при любом расположении электрода сравнения. Однако не следует забывать, что результаты измерений на микроэлектроде получены в условиях массопереноса участников электродных реакций, не имеющих никакого отношения к условиям массопереноса при нанесении гальванических покрытий на макроэлектроды, поскольку для микроэлектрода эффективная толщина диффузного слоя равна его радиусу даже в отсутствии перемешивания.

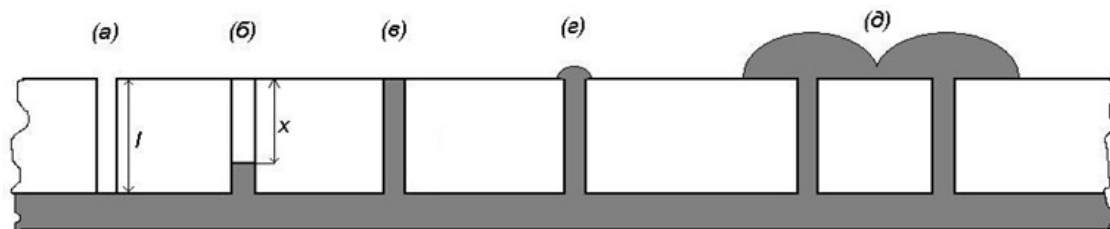


Рис. 3. Схема процесса формирования ансамбля нанопроволок путем электроосаждения металла или сплава в поры матрицы. (а) и (б) - начальная стадия процесса заполнения пор металлом; (в) - полное заполнение поры металлом; (г) - выход металла на внешнюю поверхность матрицы и образование «шляпок»; (д) - образование сплошного слоя металла на внешней поверхности матрицы

Fig.3. Gradual growth of nanowires in the pores – (а), (б) and (в), and further steps of the process – formation of “caps” (г), their outgrowth and the formation of a continuous metal layer on the external surface (д)

3. Электрическое сопротивление и падение напряжения в приэлектродном слое раствора в условиях изменения микрогеометрических параметров электродной поверхности в процессе электролиза

В качестве реального объекта был выбран процесс формирования ансамбля нанопроволок путем электроосаждения кобальта в порах трековых матриц. На этом примере можно проанализировать характерные особенности влияния сопротивления раствора на локальные значения электродного потенциала и плотности тока в тех случаях, когда в процессе электролиза происходит изменение микрогеометрических характеристик катодной поверхности [2]. На рис. 3 приведена схема процесса постепенного заполнения каналов пор электроосажденным металлом и продолжение процесса электроосаждения после выхода осажденного металла на внешнюю поверхность матрицы.

Измеряемая разность потенциалов между рабочим электродом и электродом сравнения в процессе электролиза всегда включает падение напряжения ΔU в растворе между поверхностью рабочего электрода и отверстием капилляра, соединяющего электрод сравнения с раствором в электролизере. Два типа стационарного режима электролиза, которые обычно используются при электроосаждении металлов – это гальваностатический и потенциостатический. В обоих вариантах электродный потенциал рабочего электрода, измеренный с помощью электрода сравнения, выражается следующим образом:

$$|E_{\text{изм}}| = |E_{\text{ра}} - E_{\text{сч}}| + |\Delta U| \quad (10)$$

Здесь $E_{\text{изм}}$ – значение потенциала рабочего электрода, измеренного с помощью электрода

сравнения, $E_{\text{ра}}$ – истинное значение потенциала рабочего электрода, $E_{\text{сч}}$ – потенциал неполяризованного электрода сравнения.

При потенциостатическом режиме электролиза $E_{\text{изм}}$ и $E_{\text{сч}}$ являются постоянными и, таким образом, $E_{\text{ра}}$ и ΔU могут изменяться в процессе электролиза на одну и ту же величину, но в противоположном направлении.

При гальваностатическом режиме через рабочий электрод протекает ток, I , постоянной силы. Причем среди величин, входящих в выражение (10), сохраняет постоянное значение в процессе электролиза, во всех случаях, только потенциал электрода сравнения. Падение напряжения в растворе ΔU не изменяется только при условии, что в процессе электролиза не происходит существенных изменений микрогеометрических характеристик поверхности рабочего электрода, например, при электроосаждении на блестящую основу блестящих металлических покрытий. Ввиду этого для изучения процессов электролиза, в которых может происходить изменение микрогеометрии электродной поверхности, предпочтительно использовать потенциостатический режим.

В рассматриваемом примере толщина матрицы была равна 10 мкм, средний диаметр пор 0,5 мкм. Во время электролиза с помощью потенциостата поддерживали постоянное значение $E_{\text{изм}}$, причем расстояние от поверхности матрицы до отверстия капилляра электрода сравнения составляло менее 1 мм. Выход части растущих проволок на внешнюю поверхность и начало формирования «шляпок» определяли по началу участка крутого подъема кривой «сила тока – время электролиза». Частное от деления глубины поры на это время – это скорость осаждения металла в поре. Среднее значение плотности

тока в процессе формирования проволок внутри пор рассчитывали на основе закона Фарадея, принимая выход по току, равным 100%, поскольку средние величины плотности тока лежали в диапазоне 0,05-0,5 А/см², где выход по току приближается к 100%.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Для количественной оценки значений ΔU на разных этапах электролиза и соответствующих им этапах изменения микрогеометрии катодной поверхности – (а), (б), (в) и (г) можно воспользоваться приведенными в табл. 1 значениями i_{cp} и следующими формулами, с помощью которых можно провести оценку отдельных составляющих ΔU:

1. Электрическое сопротивление раствора внутри поры, не заполненной металлом:

$$R_1 = \rho \frac{l}{\pi r^2} \quad (11)$$

Здесь ρ – удельное сопротивление раствора, l – глубина поры, r – радиус поры.

2. Электрическое сопротивление раствора внутри частично заполненной металлом поры (б) на рис. 3.

$$R_2 = \rho \frac{x}{\pi r_0^2} \quad (12)$$

Здесь x – глубина поры, частично заполненной металлом.

3. Электрическое сопротивление раствора над порой, R_3 рассчитывают следующим образом: в устье поры эквипотенциальную поверхность аппроксимируют полусферой. Затем составляют выражение для бесконечно малого приращения сопротивления dR на участке от r до $(r+dr)$; r – расстояние отсчитываемое от центра сферы:

$$dR = \rho \frac{dr}{S} = \rho \cdot \frac{dr}{2\pi r^2}, \quad \text{отсюда}$$

$$R_3 = \rho \frac{1}{2\pi r_0} \quad (13)$$

Суммарное сопротивление раствора в условиях частично заполненных пор:

$$R_4 = R_1 + R_2 = \rho \left(\frac{x}{\pi r_0^2} + \frac{1}{2\pi r} \right) = \frac{\rho}{\pi r_0} \left(\frac{x}{r_0} + \frac{1}{2} \right) \quad (14)$$

4. Сопротивление раствора над одиночной шляпкой, которое реализуется на стадии процесса, когда над некоторыми порами образовались шляпки, но их число и размеры пока такие, что среднее расстояние между шляпками много больше их среднего радиуса, $r_{ш}$, принимая, что поверхность шляпки является полусферой, рассчитываем сопротивление раствора над ней по формуле (13):

$$R_5 = \frac{\rho}{2\pi r_{ш}} \quad (15)$$

Сопротивление раствора над сросшимися шляпками (в расчете на 1 см² поверхности матрицы):

$$R_6 = \rho \cdot d \quad (16)$$

Таблица 1. Средние значения плотности тока внутри пор, постепенно заполняемых кобальтом при различных величинах $E_{изм}$; $t_{вых}$ – время до появления первых шляпок; i_{cp} – средняя плотность тока в порах, рассчитанная по закону Фарадея

Table 1. Average values of current density inside the pores, which are gradually filled by cobalt at different values of the measured electrode potential; t , time necessary for the appearance of first caps; i_{cp} , average current density in the pores calculated on the basis of Faraday's law

№ опыта No experiment	$E_{изм}$ (с.в.э.), В E measured (s.h.e.), V	$t_{вых}$, час., time to fill some pores, hrs	i_{cp} , А/см ² $i_{ав}$, А/см ²
1	-0,680	0,012	0,66
2	-0,630	0,025	0,33
3	-0,580	0,050	0,16
4	-0,555	0,066	0,12
5	-0,530	0,11	0,075
6	-0,505	0,20	0,041

Здесь d – расстояние от поверхности металлического осадка на внешней стороне матрицы до отверстия капилляра электрода сравнения.

Используя выражения (11) – (16), можно приближенно оценить падение напряжения в растворе ΔU для каждого этапа процесса (рис.3). Значения ΔU рассчитаны по формуле:

$$\Delta U = R \cdot I = R \cdot S \cdot i \quad (17)$$

Здесь i – средняя за время заполнения пор металлом катодная плотность тока.

Рассчитанные значения ΔU для разных режимов электролиза приведены в Табл. 2.

График на рис. 4 иллюстрирует рассчитанные изменения падения напряжения в прикатодной зоне раствора на разных этапах роста нанопроволок и последующего формирования сплошного осадка металла на поверхности матрицы, которые реализовывались бы при условии постоянства величины истинной плотности тока. В действительности используемая электрическая схема обеспечивает постоянство только величины $E_{изм}$. Это означает, что для сохранения баланса любой прирост величины U должен компенсироваться точно таким же смещением истинного значения потенциала катода, $E_{ра}$, в положительном направлении. Изменение $E_{ра}$ вызывает соответствующее уменьшение истинной плотности тока, и, как результат этого, некоторое уменьшение абсолютного значения ΔU .

В свою очередь, $E_{ра}$ смещается в отрицательном направлении на точно такую же величину. При этом в большей степени этот эффект проявляется при высоких плотностях тока, то есть в верхней части таблицы 2. Таким образом, значения ΔU в данной таблице являются несколько завышенными по сравнению с действительными, а абсолютные значения электродного потенциала $E_{ра}$ выше тех, которые приведены в верхней части таблицы. Поэтому график на рис. 4 следует рассматривать как характеристику относительного, а не истинного изменения значения электродного потенциала в результате изменений падения напряжения в приэлектродной зоне, связанных с эволюцией микрогеометрии катодной поверхности в ходе электролиза.

Подобные графики позволяют правильно интерпретировать результаты экспериментов, проводимых при «потенциостатическом» режиме, и определить границы областей, в пределах которых падением напряжения в растворе можно пренебречь, либо наоборот, оно становится одним из главных факторов, определяющих ход вольтамперных кривых. К сожалению, их нельзя использовать для расчета абсолютных значений электродных потенциалов.

В рассматриваемом примере падение напряжения в растворе резко возрастает на этапе (д), когда оно резко снижает катодную поляризацию и истинную плотность тока.

Таблица 2. Рассчитанные значения плотности тока, i , А/см², ΔU , мВ на разных этапах процесса электролиза, а также $E_{ра}$ на этапе д. Принятые для расчетов значения параметров: ρ – 20 Ом·см (не учитывается влияние плотности тока на концентрацию и электропроводность раствора в приэлектродной зоне)
 r_0 – 0,25 мкм; l – 10 мкм; d – 0,1 мм; $r_{ш} = 5 r_0$;

Table 2. Calculated values of current density, i , A/cm², U , mV at different stages of the process. Numerical values of variables used in the calculations: specific resistance of the solution 20 ohm.cm (effect of current density on the solution composition in the cathodic layer is neglected)

$E_{изм}$, (с.в.э.) Electrode potential measured	Этапы процесса Process Stages				
	(а) и (б)		(в) и (г)	(д)	
	ΔU , мВ mV	i_n , А/см ² A/sm ²	ΔU , мВ mV	$-\Delta U$, мВ mV	$E_{ра} + \Delta U = E_{изм}$
-0,680	12,4	0,66	<1	124	-0,556-0,124=-0,680
-0,630	6,6	0,33	<1	66	-0,564-0,066=-0,630
-0,580	3,2	0,16	<1	32	-0,548-0,032=-0,580
-0,555	2,4	0,12	<1	24	-0,531-0,024=-0,545
-0,530	1,5	0,075	<1	15	-0,515-0,015=-0,530
-0,505	0,8	0,041	<1	8	-0,497-0,008=-0,505

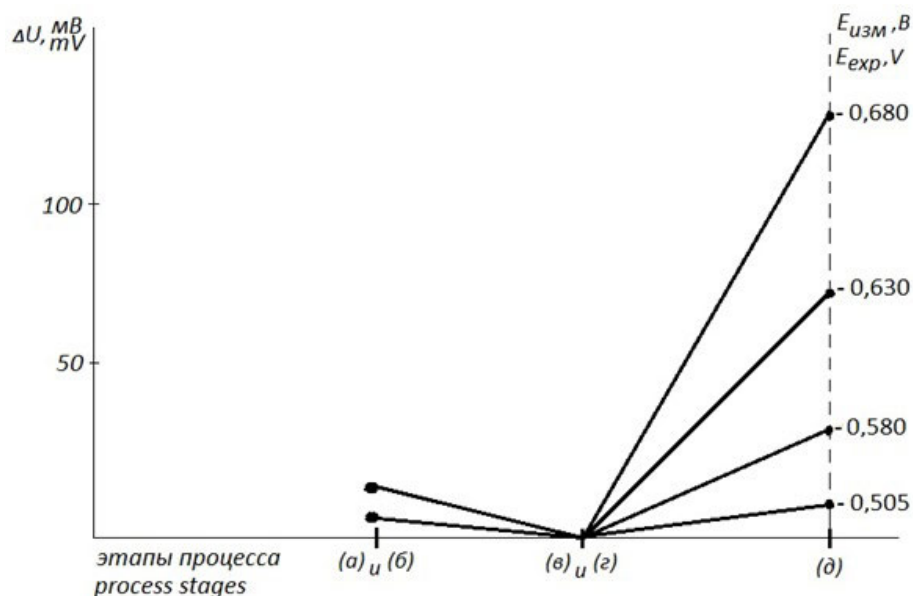


Рис. 4. Изменения ΔU во время электролиза, вызванные изменениями микрогеометрии катодной поверхности, при условии постоянства истинной катодной плотности тока (рассчитаны на основе экспериментальных данных, приведенных в работе [2, рис. 1])

Fig.4. Changes in the U values in the course of the electrolysis caused by changing electrode surface microgeometry under conditions of constant true cathode current density calculated from experimental data in [2, Fig. 1]

Заключение

Рассмотренные примеры, естественно, не исчерпывают всех возможных случаев, где падение напряжения в растворе между рабочим электродом и электродом сравнения может сказаться на полученных результатах и должно приниматься во внимание. Важно правильно определять условия проведения экспериментов, где эти эффекты могут оказать существенное влияние, правильно оценивать их масштаб и принимать меры, позволяющие вводить необходимые поправки либо изменять условия эксперимента таким образом, чтобы вклад падения потенциала в растворе становился пренебрежимым.

Литература References

1. Rogers G. T., Taylor K. J. *Electrochim. Acta*, 1963, 8, 882. Цит. по Кругликов С.С. Коварский Н.Я. «Итоги науки» ВИНТИ, М., 1975, *Электрохимия*, Т. 10, с. 106-188. "Advances in the Science". *Electrochemistry*, v.10, p. 106-188.
2. Коротков В.В., Кудрявцев В.Н., Кругликов С.С., Загорский Д.Л., Сульянов С.Н., Бедин Г.А., Электроосаждение металлов группы желе-за

в поры трековых матриц для получения нанопроволок. *Гальванотехника и обработка поверхности*, 2015, т. 23, №1, с. 24-33.

Korotkov V.V., Kudryavtsev V.N., Kruglikov S.S., Zagorskyi D.L., Sylyanoov S.N., Bedin G.A. *Electrodeposition of Iron Group Metals into the Pores of Membranes for the Production of Nanowires. Electroplating and Surface Treatment*. 2015, v. XXIII, №1, p. 24-33.

Сведения об авторах

Кругликов Сергей Сергеевич - профессор, д.х.н. кафедра ТНВиЭП, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская площадь, д. 9, тел. моб.+7-916-616-96-99.

Information about authors

Dr. Sergey S. Kruglikov – Dr.Sci., professor, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, 125047, Moscow, Russian Federation, Miuskaya sq., 9., skruglikov@mail.ru; mob.tel.: +7-916-616-96-99.

Новый закон о стандартизации

Полякова Л.В., Архипова Т.А., Невмятуллина Х.А.

Ключевые слова: стандартизация, техническое регулирование, национальные стандарты, технические комитеты.

В статье дан краткий обзор основных положений Федерального закона № 162-ФЗ от 29 июня 2015 года "О стандартизации в Российской Федерации". Рассмотрены цели и задачи национальной системы стандартизации. Приведен перечень документов по стандартизации. Показано значение нового закона для экономического развития страны, роста технологического потенциала, а также для обеспечения межгосударственного взаимодействия в области стандартизации.

New Law Concerning State Standards

Polyakova L.N., Arkhipova T.A., Nevmyatullina Kh.A.

Key words: standardizing, technical control, technical committees.

A brief survey of basic principles of a Federal Legislation № 162-ФЗ, 29.06.15 "On standards in Russian Federation". Goals and problems of national system of standards are considered. A list of corresponding documents is given. A contribution of a new law to the development of national economy, rising technical potential and in the area of international relations are discussed.

Стандартизация является одним из ключевых факторов, влияющих на модернизацию, технологическое и социально-экономическое развитие страны, а также на повышение обороноспособности государства. Основными стратегическими целями развития национальной системы стандартизации на период до 2020 года согласно Концепции [1,2] являются:

- содействие интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;
- установление технических требований к продукции, обеспечивающих безопасность, сохра-

нение здоровья и работоспособность человека в процессе труда;

- повышение конкурентоспособности отечественной продукции;
- содействие экономической интеграции государств - членов Таможенного союза, Евразийского экономического сообщества, Содружества Независимых Государств;
- содействие трансферу наилучших лабораторных практик;
- координация разработки международных, региональных и национальных стандартов с участием российских специалистов.

Формирование свободного рынка товаров и услуг, многообразие форм собственности предприятий в Российской Федерации, необходимость обновления технологической базы и создания новой конкурентоспособной продукции, обусловило разработку и принятие Федерального закона от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [3]. До принятия данного закона сфера стандартизации в основном регулировалась Федеральным Законом "О техническом регулировании" [4]. Однако, он не в полной мере определял структуру системы стандартов, статус ее участников, приоритетное применение, финансирование деятельности по разработке международных и межгосударственных стандартов.

В современных условиях принятие закона о стандартизации позволяет в полной мере задействовать потенциал стандартизации в интересах российской экономики, сократить затраты малого и среднего бизнеса и повысить производительность труда за счет применения апробированных наилучших решений, содержащихся в стандартах.

Закон формирует базовые цели, принципы стандартизации (в т.ч. в сфере обороны и безопасности государства), устанавливает правовой статус национальной системы стандартизации и ее участников, определяет документы по стандартизации, полномочия национального органа РФ по стандартизации и другие вопросы, касающиеся обеспечения деятельности в сфере стандартизации в рамках национальной системы стандартизации, отвечающей наилучшей международной практике и международным соглашениям в данной сфере [5].

Цели и задачи стандартизации, принципы стандартизации сформулированы в Главе 1 162-ФЗ. Законом вводится понятие «национальная система стандартизации», под которой понимается механизм обеспечения согласованного взаимодействия участников работ по стандартизации на основе принципов стандартизации при разработке (ведении), утверждении, изменении (актуализации), отмене, опубликовании и применении документов по стандартизации с использованием нормативно-правового, информационного, научно-методического, финансового и иного ресурсного обеспечения.

Стандартизация в Российской Федерации основывается на следующих основных принципах:

- добровольность применения документов по стандартизации;
- обязательность применения документов по стандартизации в отношении оборонной продукции по государственному оборонному заказу, продукции, используемой в целях защиты сведений, составляющих государственную тайну (статья 6 162-ФЗ);
- обеспечение соответствия общих характеристик, правил, устанавливаемых в документах национальной системы стандартизации, современному уровню развития науки и техники;
- открытость разработки документов национальной системы стандартизации;
- соответствие документов по стандартизации действующим на территории Российской Федерации техническим регламентам;
- доступность информации о документах по стандартизации.

Вместе с тем в законе содержится норма о том, что требования национальных стандартов, их отдельных положений становятся обязательными для производителей, если они публично заявили об изготовлении своей продукции в соответствии с национальным стандартом.

Федеральный закон определяет участников национальной системы стандартизации, устанавливает полномочия федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере стандартизации, федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации, полномочия федеральных органов исполнительной власти, Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и иных государственных корпораций в сфере стандартизации (глава 3 162-ФЗ). Четкое разделение полномочий участников национальной системы стандартизации дает возможность эффективно выполнять работы в указанной сфере.

Новым является включение в число участников национальной системы стандартизации проектных технических комитетов по стандар-

тизации. Закон подробно определяет порядок их создания и функционирования. Это предполагает вовлечение в работу над стандартами лиц, непосредственно занятых в сферах деятельности, на которую распространяется создаваемый стандарт. Задача технических комитетов по стандартизации – быстро реагировать на инновационную активность участников бизнеса, разрабатывать стандарты, способствующие ускорению внедрения новой продукции и технологий, вводить национальную маркировку продукции. Технические комитеты создаются на временной основе. Такой подход призван обеспечить баланс интересов государства, хозяйствующих субъектов, общественных организаций и потребителей.

К документам по стандартизации в соответствии с 162-ФЗ (глава 4 статья 14) относятся:

- 1) документы национальной системы стандартизации;
- 2) общероссийские классификаторы;
- 3) стандарты организаций, в том числе технические условия;
- 4) своды правил;
- 5) документы по стандартизации, устанавливающие обязательные требования в отношении оборонной продукции по государственному оборонному заказу и иных объектов стандартизации.

Следует подчеркнуть, вступивший в силу закон официально закрепил понятие «Технические условия». Согласно статье 21, технические условия разрабатываются изготовителем и (или) исполнителем и применяются в соответствии с условиями, установленными в договорах (контрактах), иными словами, Технические условия — вид стандарта организации, утвержденный изготовителем продукции или исполнителем работы, услуги. Это положение является востребованным производителями, т.к. на сегодняшний день часть требований к продукции изложены в технических условиях.

Детально прописан в новом законе порядок разработки и утверждения национальных стандартов и предварительных национальных стандартов (глава 5).

Публичное ознакомление с проектом национального стандарта проводит его разработчик, обеспечивая при этом доступность проекта стандарта; по требованию заинтересованного лица

обязан предоставить ему копию проекта в электронной форме или на бумажном носителе; составляет перечень полученных в электронной форме и на бумажном носителе замечаний заинтересованных лиц, включая результаты рассмотрения данных замечаний; дорабатывает проект национального стандарта с учетом полученных замечаний. Первое размещение стандарта или общероссийского классификатора в форме электронного документа должно быть на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации с уточнением порядка свободного доступа к документу.

Предложенный механизм разработки и применения предварительных национальных стандартов будет способствовать более активному использованию инноваций в отечественной промышленности и в российских компаниях.

Федеральный закон обеспечивает возможность использования международных и региональных стандартов, стандартов иностранных государств в деятельности хозяйствующих субъектов, что позволит применять в промышленности наилучшие практики и будет способствовать повышению производительности труда (глава 6). Доступ к документам по стандартизации станет более удобным и свободным.

Закон предполагает возможность применения ссылок на национальные стандарты и информационно-технические справочники, а также определен механизм использования ссылок в национальные стандарты и информационно-технические справочники в нормативных правовых актах. Таким образом, легализуется механизм использования технической документации в актах уполномоченных на установление соответствующих требований органов. При этом применение ссылки в нормативном правовом акте на стандарт не должно рассматриваться в качестве способа установления обязательности применения стандарта. Цель ссылки – обеспечение выполнения технических или функциональных требований нормативного правового акта. Обязательным в данном случае является нормативный правовой акт, а ссылка на стандарт или информационно-технический справочник используется для упрощения способа изложения требований нормативного правового акта.

Использование ссылок на стандарты в нормативно-правовых актах федеральных органов исполнительной власти имеет ряд преимуществ: во-первых, это упрощает и ускоряет нормотворческую деятельность – если на объект закупок имеется ГОСТ, нет необходимости создавать новое техническое описание. Во-вторых, содействует упрощению процесса внесения изменений в нормативные документы с учетом научно-технического прогресса. В-третьих, способствует устранению технических барьеров в торговле (т.к. данные стандарты признаны в странах-членах Евразийского экономического союза – Россия, Беларусь, Казахстан, Киргизия, Армения). Таким образом, концепция закона заключается в учете современных наилучших практик в сфере стандартизации, в том числе, при использовании ссылок на стандарты в нормативно-правовых актах, усилении роли стандартизации в обществе, а также в учете интересов российского бизнеса.

На официальном сайте Росстандарта [2] будет открыт свободный доступ к национальным стандартам, на которые содержатся ссылки, а также к соответствующим информационно-техническим справочникам. Последние представляют собой документ национальной системы стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, содержащий систематизированные данные в определенной области и включающий в себя описание технологий, процессов, методов, способов, оборудования и иные данные.

Особое внимание уделено информационному обеспечению национальной системы стандартизации (глава 7). Предусмотрено формирование федерального информационного фонда стандартов.

На федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации возложена функция официального опубликования, издания и распространения документов национальной системы стандартизации и общероссийских классификаторов. При этом, в открытом доступе на сайте указанного органа должны находиться основополагающие национальные стандарты и правила стандартизации; стандарты, ссылки на которые даны в нормативно-правовых актах; общероссийские классификаторы; информационно-технические справочники.

Государственным библиотекам, библиотекам Российской академии наук, других академий, научно-исследовательских институтов, образовательных организаций высшего образования будут предоставляться актуализированные документы национальной системы стандартизации для организации свободного доступа в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации.

Предусматривается проведение публичных обсуждений проектов национальных стандартов с правом участия в них всех заинтересованных лиц, обязанность Росстандарта размещать в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" перечни национальных стандартов и информационно-технических справочников, ссылки на которые содержатся в размещенных нормативных правовых актах.

Для информирования заинтересованных лиц о принадлежности к национальной системе стандартизации, соответствии продукции национальному стандарту может использоваться знак национальной системы стандартизации, который не является специальным знаком и наносится в информационных целях (глава 7). Таким знаком будет маркироваться продукция, произведенная по национальным стандартам. Данное Положение закона вступает в силу с 1 июля 2016 года.

Законом определены две группы источников финансирования в сфере стандартизации (глава 9):

1. бюджетные ассигнования, предоставляемые из федерального бюджета,
2. средства юридических лиц (в том числе государственных корпораций, иных некоммерческих организаций) и средства физических лиц.

Своей долгосрочной задачей Росстандарт видит стремление сместить акценты с государственного финансирования системы стандартизации на бизнес-финансирование.

Закон содержит переходные положения о преобразовании ведомственных отраслевых стандартов в национальные до 1 сентября 2025 г. Начиная с этой даты, будет запрещено применение документов, не предусмотренных статьей 14 162-ФЗ, при государственных закупках и использование ссылок на них в нормативных правовых

актах, конструкторской, проектной и иной технической документации.

162-ФЗ дополняет Федеральный закон «О техническом регулировании» [4], расширяя применение стандартов не только для обеспечения выполнения требований технических регламентов. В основе рассматриваемого закона базовый подход – содействие повышению качества и конкурентоспособности отечественной продукции, внедрению инновационных подходов в реальном секторе экономики, модернизации и технологическому переоснащению национальной промышленности.

Руководитель Росстандарта А.В. Абрамов отметил «... передовые государства – если они заинтересованы в будущем, в развитии отраслей промышленности, в развитии секторов экономики, – должны думать о стандартах, не только связанных с минимальным уровнем безопасности, но о тех, что позволят предприятиям развиваться... Закон можно рассматривать как часть антикризисного пакета... Новый закон о стандартизации даст возможность использовать готовые решения, быстро адаптировать их под текущие потребности и запускать в режиме непрерывного производственного процесса. В этом смысл реформы на текущий момент. И реальная возможность преодолеть экономические последствия вызовов текущего времени, возродить отечественную экономику в новом качестве.» [6].

Список литературы References

1. Распоряжение Правительства РФ от 24 сентября 2012 года N 1762-р. О Концепции развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года. Order of RF Government "On the Concept of the Development of National Standardizing System in RF for the period up to 2010", 24.09.2012, № 1762-р.
2. <http://www.gost.ru/> Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Federal Metrology and Control Agency.
3. Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Federal Legislation "National Standards System", 29.06.2015 № 162-ФЗ.
4. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Federal Legislation "Technical Control", 27.12.2002 г. № 184-ФЗ.

5. Комментарий к Федеральному закону от 29 июня 2015 года N 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации" (постатейный). [электронный ресурс]. ИСС «Техэксперт»: <http://reforma.kodeks.ru/> (Дата обращения: 20.02.16). Comments to the Federal Legislation 29.06.2015, № 162-ФЗ.

6. Бутрин Д. Нельзя просто взять и ввести европейский стандарт. Глава Росстандарта Алексей Абрамов о смысле нового закона «О стандартизации» // Коммерсант. - 2015. - 12 фев. Butrin D. Interview. Commersant, 2015, 12.02.2015.

Сведения об авторах

Полякова Людмила Васильевна - к.т.н., доцент, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, РФ, 125047, Москва, Миусская пл., д.9; e-mail: polyakova@muctr.ru; тел. +7-916-794-4821.

Архипова Татьяна Афанасьевна - к.т.н., зав.лабораторией, кафедра Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, тел. +7-499-978-5990.

Невмятуллина Хадия А. – доцент, к.т.н., кафедра стандартизации и инженерно-компьютерной графики, тел. +7495 973-47-92.

Information about authors

Polyakova Ludmila V. – Candidate of Sci., associated professor, Mendeleev University Chemical Technology of Russia, Moscow, 125047, Russian Federation, Miusskaya Sq., 9; tel. +7-916-794-4821; e-mail: polyakova@muctr.ru.

Arkhipova Tatyana A. - Candidate of Sci., associated professor, Dept. Inorganic Chemicals and Electrochemical Engineering. Tel.: +7-499-978-5990.

Nevmyatullina Kh.A. - acc.prof., cand.Sci., Mendeleev University of Chemical Thecnology of Russia.

Научно-производственное предприятие "СЭМ.М"

НПП "СЭМ.М" – предприятие, специализирующееся в области гальванотехники, образовано в 1994 г. выпускниками и сотрудниками старейшей в России кафедры Технологии электрохимических производств РХТУ им. Д.И.Менделеева

Мы предлагаем блескообразующие добавки и специальные композиции собственных разработок для гальванических процессов:

- предварительное химическое обезжиривание
- электрохимическое обезжиривание
- травление сталей
- цинкование щелочное
- цинкование слабокислое
- пассивация цинковых покрытий - радужная, бесцветная, с голубым оттенком
- пассивация цинковых покрытий на основе соединений хрома (III)
- никелирование блестящее и матовое
- никелирование из сульфатных электролитов
- хромирование
- оловянирование и нанесение сплавов олова
- меднение из кислых и щелочно-тарtratных электролитов
- меднение печатных плат
- патинирование меди и ее сплавов
- травление и химическое оксидирование алюминия
- холодное чернение сталей
- фосфатирование



ЦКН

зарегистрированный товарный знак
ООО Научно-производственного предприятия "СЭМ.М"
(Регистрационное свидетельство № 178933)

Мы осуществляем разработку, внедрение и сервисное сопровождение электрохимических технологий, отвечающих современным техническим и экологическим требованиям.

**НПП "СЭМ.М" – это стабильное качество,
разумная ценовая политика,
квалифицированные консультации.**

Тел/факс +7-495-978-94-42 +7-901-517-94-42
E-mail: npp-semm@yandex.ru <http://bestgalvanik.ru>



ГРАНИТ-М

СОВРЕМЕННОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ АВТООПЕРАТОРНЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЛИНИИ
ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ К НИМ
КОЛОКОЛЬНЫЕ И БАРАБАНЫЕ УСТАНОВКИ
ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА И НАСОСЫ ДЛЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД
ЁМКОСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛЮБЫХ ТИПОРАЗМЕРОВ
СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ТЗ ЗАКАЗЧИКА
ПОЛИМЕРНЫЕ ЛИСТЫ И ТРУБЫ

Наш адрес:
392462, Тамбовская обл., г. Уварово,
ул. Большая Садовая, 29
Тел./факс: (47558) 4-67-17, 4-68-98

Тамбовское представительство:
392036, г. Тамбов, ул. Лаврова, 5, к. 1
Тел./факс: (4752) 72-97-52
E-mail: granit@tamb.ru www.granit-m.ru
granit-m@mail.ru



РХТУ им. Д.И. Менделеева

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ УЧАСТОК (ЦЕХ) БЕЗ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Для доведения содержания тяжелых металлов, хроматов и цианидов в сточных водах до ПДК необходимо решить две задачи:

- 1) Свести к минимуму суммарное количество каждого из этих компонентов в стоках.
- 2) Обеспечить необходимую степень разбавления при взаимном смешении разнородных сточных вод участка (цеха) и последующего соединения их с хозяйственными стоками.

Чем эффективнее удастся снизить занос этих ионов в ванны проточной промывки, тем успешнее решается первая задача. Вторую задачу решают применением локальных систем очистки индивидуальной для каждой точки, т.е. после каждой операции обработки деталей в растворах, содержащих ионы загрязнители.

Установка погружных электрохимических модулей (ПЭМ) в ванны улавливания после всех операций нанесения гальванических и химических покрытий, пассивирования и снятия покрытий обеспечит выполнение обеих задач:

- примерно 10-кратное снижение выноса в каждой точке технологической цепочки;
- дополнительное многократное разбавление за счет объединения разно родных стоков.

Если по какому-то конкретному виду ионов значение ПДК в конечном стоке, тем не менее, превышено, то надо всего лишь установить дополнительную ванну улавливания и ПЭМ на конкретную операцию.

В условиях массового или крупносерийного производства необходимость очистных сооружений не устраняется, однако при наличии ПЭМ в ваннах улавливания многократно снижается нагрузка на очистные сооружения, (то есть их масштаб). Пропорционально уменьшается водопотребление, объем образующихся сточных вод и расход химикатов на их обезвреживание.

За дополнительной информацией и вопросам поставки обращаться к профессору Кругликову С.С. по адресу 125047, Москва, Миуская площадь, 9, РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Тел. (8 499) 978-56-51, моб. 8-916-616-96-99, факс (8 495) 600-29-64.

Email: gtech@muctr.ru

КОРИАН – 3

АНАЛИЗАТОР ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

АНАЛИЗАТОР «КОРИАН-3» ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ:

- измерения концентрации органических добавок (в том числе и многокомпонентных) в электролитах для нанесения гальванических покрытий;
- измерения концентрации сульфатов в электролитах хромирования (время 5 – 10 мин., ошибка –5%).

Анализатор работает на принципе циклической вольтамперометрии. «КОРИАН-3» обладает высокой чувствительностью (0.1 мл/л) и позволяет за 5 – 10 мин с ошибкой, не превышающей 5%, определять в различных типах электролитов концентрации разнообразных по природе органических добавок. Результаты анализа выдаются в цифровом виде и графически.

В КОМПЛЕКТ АНАЛИЗАТОРА ВХОДЯТ:

- электронный блок, работающий с компьютером;
- вращающийся электрод;
- измерительная ячейка;
- индикаторных электродов.

НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА «КОРИАН-3»:

- поддержание оптимальной концентрации и выбор дозирования органических добавок в производственных электролитах;
- входной контроль различных партий органических добавок, поступающих в гальванический цех;
- контроль уровня загрязнения электролита примесями органического происхождения;
- определение стабильности и эффективности действия добавок;
- подбор оптимального соотношения концентраций добавок в многокомпонентных системах.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА ПОЗВОЛИТ:

1. повысить экономичность процесса за счет снижения расхода дорогостоящих добавок;
2. получать покрытия постоянного качества и свойств;
3. уменьшить брак изделий.

Измерение концентрации конкретных органических добавок осуществляется по специальным программам, разработанным в ИФХ РАН. Программы прилагаются к анализатору и в случае изменения природы электролита или типа органической добавки могут быть откорректированы.

В настоящее время разработаны программы анализа добавок в следующих электролитах: в электролите сернокислого меднения; в слабокислом и щелочном нецианистом электролитах цинкования.

Могут быть разработаны программы анализа органических добавок и для других электролитов.

125047, Москва, Миусская пл., д.9, РХТУ им.Д.И.Менделеева, кафедра ТЭП,
тел.:(8499) 978 – 59 – 90, факс:8(495)609-29-64;E-mail:Ins42@bk.ru
E-mail: gtech@muctr.ru



ООО «СОНИС»

Современные химико-гальванические технологии
Москва • Тел.: (495) 545-76-24, 517-46-51, (499) 272-24-08 (факс)
<http://www.sonis-co.ru> • E-mail: info@sonis-co.ru

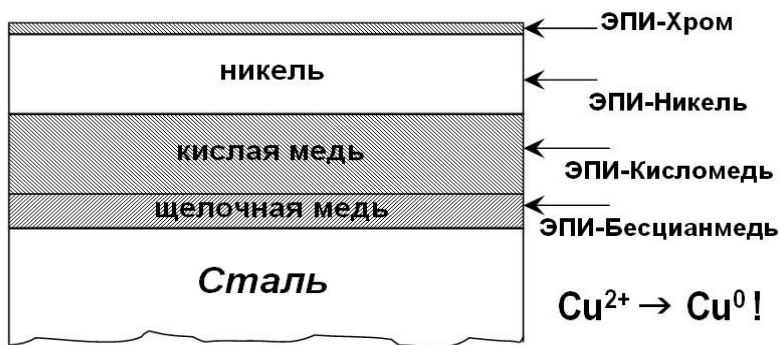
Бесцианистое щелочное меднение нового поколения

Процесс «ЭПИ-Бесцианмедь»!

➤ Все необходимые для электроосаждения меди вещества содержатся в трёх фирменных добавках

➤ Медь поступает в высокостабильный электролит за счет растворения анодов и может осаждаться на сталь, алюминиевые сплавы, нержавсталь, ЦАМы и пр., на подвесках и в барабанах

➤ Процесс используют для нанесения: а) тонких (~ 5 мкм) подслоёв; б) толстых (~ 50 мкм) покрытий для защиты при местной термообработке; в) медных слоёв под пайку



Вышел из печати учебник «Теоретическая электрохимия» 2-е издание переработанное и дополненное

Авторы: **Ротинян А. Л., Тихонов К.И., Шошина И.А., Тимонов А.М.**

Рекомендован (уполномоченным) Государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в качестве **учебника** для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Химическая технология».

В учебнике изложены проблемы теоретической электрохимии применительно к водным, неводным, расплавленным, твердым и полимерным электролитам. Основное внимание уделено строению растворов электролитов, двойному электрическому слою, электрохимической термодинамике и кинетике электродных реакций, а также традиционным и современным методам электрохимических измерений. Особенностью изложения является связь теоретических проблем с решением задач прикладной электрохимии во всем ее многообразии, в том числе и наноэлектрохимии.

Предназначен для студентов вузов по направлению «Химическая технология» 240100, профиль «Технология электрохимических производств», а также для аспирантов, научных и инженерно-технических работников электрохимической и смежных с ней отраслей промышленности.

494 с., 24 табл., 149 рис., список литературы 93 ссылки.

По вопросу приобретения обращаться по адресу:

ООО «ТИД «Студент»

Адрес: 109004 Москва, ул. Земляной Вал, д.64, стр.2, офис 717 (31), Телефон:
(495) 915-08-96; E-mail sales.student@mail.ru

Проблемы с качеством покрытий?

Проблемы с обработкой стоков?

Проблемы с очисткой?

Покупайте
оборудование

SERFILCO!

Вертикальные насосы

Погружные системы фильтрации

Компактные системы фильтрации

Угольные и ионнообменные системы очистки

Насосы с магнитной муфтой

Насосы с прямым приводом

Многокартриджные системы фильтрации

Системы фильтрации

Самовсасывающие насосы

Портативные системы фильтрации

Дозирующие насосы

Гравитационные системы фильтрации

Насосы для бочек

Закажите полный каталог оборудования SERFILCO



POPOV Consulting

Официальный дилер компании SERFILCO International Ltd., Англия
Тел./факс: (495)968-10-49, (495)495-21-57 (доб. 51-02)
E-Mail: popov@popovconsulting.com
www.serfilcoequipment.popovconsulting.com



Научно-производственное предприятие

«ЭКОМЕТ»

Компания «ЭКОМЕТ» производит и поставляет эффективные блескообразующие добавки и специальные композиции для гальванических производств и химической обработки металлов, а также предлагает к внедрению современные технологии, которые используются многими предприятиями России и стран СНГ. Компания «ЭКОМЕТ» является эксклюзивным представителем в России фирмы **COVENTYA**, которая предлагает составы для гальванических процессов, используемые ведущими мировыми производителями.

Предлагаем технологии и химические компоненты к ним:

- **обезжиривание, травление, совместное обезжиривание-травление**, для всех металлов, в том числе эффективные «холодные» растворы;
- **цинкование**: щелочное, слабокислое, сплавы цинка;
- **пассивация цинка**: радужная, желтая, черная, оливковая, бесцветная (голубая), **пассивация на соединениях хрома (III)**; пассивация без соединений хрома; составы для усиления защитной способности цинковых покрытий с пассивацией;
- **никелирование**: блестящее, матовое, коррозионностойких сталей, химическое;
- **меднение (бесцианидное)**: блестящее, пирофосфатное, для защиты от цементации;
- **оловянирование**: кислое, щелочное, сплав олово-висмут;
- **хромирование**: износостойкое, декоративное, черное;
- **холодное чернение** (черное оксидирование) стали, чугуна, меди;
- **многослойные покрытия**, в том числе по алюминию;
- **обработка алюминиевых сплавов**: обезжиривание-травление (в том числе кислое), хро-матирование, бесхроматное оксидирование под окрашивание, анодирование (в том числе цветное), холодное наполнения анодного оксида, окрашивание анодных пленок, химическая и электрополировка алюминия, матирование, травление и др.;
- **ингибиторы**: для растворов травления стали, для временной консервации деталей;
- **электрофоретические лаковые покрытия** (бесцветные и цветные);
- **покрытия драгметаллами** – бесцианидные электролиты;
- **пассивирование и электрополирование** нержавеющей сталей;
- **фосфатирование** стали и алюминия, пропитка для фосфатных покрытий (вместо масла);
- **подготовка металлов к окраске**, в том числе порошковыми материалами;
- **разработка технологий покрытий и обработки металлов** по заданию заказчика.

Предлагаем следующее оборудование:

- **выпрямители** (промышленные и лабораторные), в том числе выпрямители модульного типа фирмы **KRAFTELEKTRONIK** (Швеция);
- **теплообменники** (погружные и выносные) фирмы **CALORPLAST** (Германия) для нагрева или охлаждения ванн;
- **ячейки Хулла** в полной комплектации;
- **фильтровальные установки и насосы**, картриджи к ним;
- **нагреватели** (ТЭНы) для ванн из различных материалов и терморегуляторы;
- **полипропиленовые ванны, резервуары и небольшие гальванические линии с ручным управлением** собственного изготовления.

Оказываем предприятиям помощь в подборе и заказе нового оборудования для современных технологических процессов. Выполняем работы по созданию новых и модернизации существующих гальванических цехов и участков, очистных сооружений.

Адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31, ИФХЭ РАН, «ЭКОМЕТ»

Телефоны/факсы: (495)955-45-54, 954-86-61, 955-40-33 (офис), 545-58-56 (склад)

Мобильные телефоны: (495) 790-82-63 (группа технологов), 8-903-758-28-90 (офис)

Http:// www.ecomet.ru, E-Mail: info@ecomet.ru

Календарь выставок, конференций и семинаров 2016 года Exhibitions, Conferences, Seminars

1. **14-я Международная Выставка технологий**, оборудования и материалов для обработки поверхности и нанесения покрытий. **25 – 27 октября 2016 года**, Москва, КРОКУС ЭКСПО.

По вопросам участия обращаться в ООО "Примэкспо", тел. +7 812 380-60-17; 380-60-01, e-mail: coating@primexpo.ru; www.exposcoating.ru

2. **14-ая Международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов; 12 – 14 апреля 2016 года**; Москва, КВЦ «Сокольники», павильоны 4, 4.1

3. **4-я Международная конференция "Фундаментальные аспекты коррозионного материаловедения и защиты металлов от коррозии"** памяти Г.В. Акимова, Москва, **18 – 20 апреля 2016 года**, ИФХиЭ им. А.Н. Фрумкина РАН

4. **Международная выставка-конгресс "Защита от коррозии-2016"**, КВЦ "Экспофорум", г. Санкт-Петербург, 17-20 мая 2016 года. Специализированный раздел "Гальванические покрытия" в рамках выставки. +7(812) 240-40-40, доб.207; +7(921) 593-63-75.

КНИГИ Books

Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Под ред. В.Н. Кудрявцева. - М.: «Глобус», 2005. - 248 с. *Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности».* Электронная версия. Цена - 100 рублей.

Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство.

Под ред. В.Н. Кудрявцева. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. - М.: «Глобус», 2002. - 352 с. *Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности».* Электронная версия. Цена - 100 рублей.

Виноградов С.С. Промывные операции в гальваническом производстве

Под ред. В.Н. Кудрявцева. - М.: «Глобус», 2002. - 157 с. *Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности».* Электронная версия. Цена - 100 рублей.

Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н. Электролитическое хромирование (справочное пособие). М.: «Глобус», 2008. - 192с. *Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности».* Цена - 130 руб.

Окулов В.В. ЦИНКОВАНИЕ. Техника и технология

Под ред. В.Н. Кудрявцева. - М.: «Глобус», 2008. - 157 с. *Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности».* Цена - 170 рублей.

Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н. Никелирование.

Изд. центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 192с. *Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности».* Цена - 240 рублей.

Скопинцев В.Д., Оксидирование алюминия и его сплавов.

Изд. центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 120с. *Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности».* Цена - 250 рублей.



Щелочное цинкование

Цинкамин-02 (блескообразователь)
ДС-ЦО (очиститель)
БНК (усилитель блеска)

Слабокислое цинкование

ЛГ-50 (А, И) ЛГ-09 (А, Б)

Цианистое цинкование

ДС-3

Осаждение сплавов

Цинкамин-ZF (цинк-железо)

Цинкамин-ZN (цинк-никель)

Никелирование

НХС-1, 2, 3



Лучшая химия для гальванотехники



Пассивирующие концентраты (CrVI-free)
Финишная обработка покрытий

Ирида-ХромТри (А, В, АF, ВF, К)

Ирида-СилХром

Силатек-08 (top-coat)

Коррозионностойкие пленки полностью свободные от шестивалентного хрома радужного, голубого и черного цветов



606008, г. Дзержинск, Нижегородская обл., а/я175; тел/факс: (8313) 25-23-46, +7-951-902-91-65
E-mail: igor@chimsn.ru http: www.chimsn.ru

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

ООО "БМТ" 
г. Владимир

Технологические решения:

- Очистка сточных вод от тяжелых металлов до требуемых нормативов ПДК для слива в канализацию
- Глубокая очистка сточных вод до нормативных показателей ГОСТ 9.314-90, кат.1,2,3 «Вода для гальванического производства и схемы промывок. Общие требования» для создания экологически чистого производства с замкнутым циклом по воде
- Обезвреживание гальванических шламов
- Регенерация отработанных травильных растворов кислот и электролитов
- Переработка СОЖ, очистка моющих и обезжиривающих растворов

Внедрено более 80 локальных и комплексных сооружений очистки сточных вод гальванических производств



Свидетельства НП СРО ОПВО и ОСВО на допуск к строительно-монтажным и проектным работам

Россия, 600033, Владимир, ул. Элеваторная 6
Тел.: (4922) 52-23-43, Тел./Факс: (4922) 52-23-52
E-mail: vladimir@vladbmt.ru
www.zaobmt.com



Процессы и материалы:

- обезжириватели марки КХ;
- композиции для фосфатирования КЦФП®, КАФК®, КЕММИКС®;
- блескообразователи и композиции LIKONDA®, LIMEDA®;
- аноды и вспомогательные материалы.

Оборудование:

- выпрямители FLEX KRAFT — шеф-монтаж, гарантия и сервис, склад запасных частей;
- фильтровальные установки и насосы MEFIAG;
- электронагреватели и системы контроля параметров.

Оснастка:

- разработка и изготовление подвесок, анодных корзин;
- нанесение пластизольного покрытия на подвески любой сложности и другие изделия.



ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ

г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 178-Е
(831) 275-82-60, 275-82-61, 275-82-62, 415-75-16
email: info@galvanotech.ru

www.galvanotech.ru



Производство и поставка автоматических и ручных комплексов для нанесения покрытий и очистных сооружений под ключ.

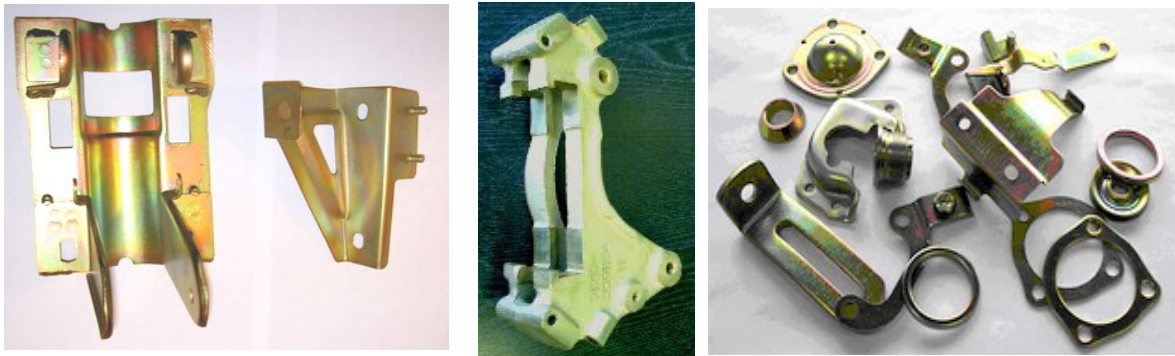
Euroistanbul Galvano Cihazları San. Tic. Ltd.Şti. Mermerciler Sanayi Sitesi 2. Bulvar No: 6 Beylikdüzü / İSTANBUL
T: +90 212 549 80 26 (3 hat) / F: 0 212 549 80 30 / W: www.euroistanbul.com.tr / M: bilgi@euroistanbul.com.tr

ООО «АРБАТ»

445017, г. ТОЛЬЯТТИ, Молодежный бульвар 22-110,
тел/факс 8482-254632, факс 8482-220352

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ, БЛЕСКООБРАЗУЮЩИЕ ДОБАВКИ, ХИМИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ ГАЛЬВАНОТЕХНИКИ

Примеры гальванических покрытий для автомобилестроения:



Цинкование в щелочном и слабокислом электролитах



Хромирование без Cr(VI)

Механическое цинкование

Наша химическая продукция:

НТЦ-Р - блескообразующая добавка для щелочного цинкования,

Дипо-цинк А и Б - добавки для слабокислого цинкования;

Добавки **ЦМ-1А** и **ЦМ-2А** для механического цинкования;

Хромит-1А и **Хромит-2А** - композиции для бесцветного и радужного пассивирования (хромирования) цинковых покрытий **без Cr(VI)**;

Смесь БФЦ-А для хроматирования алюминия;

Фосфатирующие концентраты

Стеарат СФ-А для пропитки «мылом» фосфатированных заготовок перед холодным выдавливанием.

Другие химические продукты для машиностроения - более 30 видов

Свыше 40 предприятий применяют продукцию фирмы «АРБАТ»

Подробнее на: www.galvanicrus.ru

Курсы повышения квалификации специалистов в области гальванотехники и гальвано-химической обработки поверхности металлов

МОСКОВСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Курсы проводятся высококвалифицированными специалистами по двум направлениям.

Курсы повышения квалификации специалистов в области гальванотехники и гальвано-химической обработки поверхности металлов.

Общие закономерности и особенности процессов электрохимического и химического нанесения металлических и конверсионных покрытий. Зависимость свойств и качества покрытий от состава электролитов, условий электролиза, рассеивающей и кроющей способности электролитов.

Современные технологии и оборудование отечественных и зарубежных производителей.

Процессы электрохимического нанесения цинка, кадмия, никеля, хрома, меди, олова, драгметаллов и их сплавов, многослойные и композиционные покрытия, а также нанесения оксидных, хроматных и фосфатных покрытий на металлы и сплавы.

Принципы управления и контроля процессами нанесения покрытий. Основные причины выхода из строя растворов и электролитов. Совершенствование и модификация процессов в условиях действующего производства.

Экология гальванического производства. Организация водопотребления. Системы локальной очистки сточных вод и воздуха. Регенерация технологических растворов.

Мастер-класс: обучение работе на ячейке Хулла.

Для повышения качества обучения, результативности и эффективности курсов желательно, чтобы слушатели хорошо знали свои техпроцессы и подготовили вопросы по проблемам производства.

Курсы повышения квалификации специалистов в области аналитического контроля.

Объекты химико-аналитического контроля. Аналитическое обеспечение современного гальванического производства и новых технологий.

Химический анализ технологических растворов, методы определения основных и неосновных компонентов, примесей и микропримесей: титриметрия, фотометрия, гравиметрия, тест-методы. Корректировка составов электролитов на основе аналитических данных, устранение типичных неполадок в работе электролитов.

Специфика химико-аналитического контроля сточных вод и воды, поступающей в цех; особенности анализа микро-количества веществ.

Современные инструментальные методы анализа: атомная абсорбция и эмиссия, инверсионная вольтамперометрия, ионная хроматография. Анализ приоритетных органических загрязняющих веществ.

Выбор метода анализа для решения конкретных задач. Качество результатов химического анализа, аттестация методик. Аккредитация и сертификация аналитических лабораторий. Основные положения ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)2002.

Слушателям выдаются государственные свидетельства о повышении квалификации

Сроки проведения и условия участия в 2-м полугодии 2016 года

Курсы повышения квалификации специалистов в области гальванотехники и гальвано-химической обработки поверхности металлов

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа № 44 (КГ - 44)	17 октября – 27 октября*	26600 - 00
Группа № 45 (КГ - 45)	21 ноября – 25 ноября	16600 – 00

*Посещение Международной выставки технологий, оборудования и материалов для обработки поверхности и нанесения покрытий «ExpoCoating Moscow 2016»

Курсы повышения квалификации специалистов в области аналитического контроля

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа № 18 (АКГ - 18)	19 сентября – 23 сентября**	16400 - 00

**Посещение 8-ой Международной выставки аналитического и лабораторного оборудования, лабораторной мебели и посуды, химических реактивов («ХИМ – ЛАБ – АНАЛИТ»)

В стоимость обучения входят информационные материалы и научно-техническая литература.
Стоимость обучения НДС не облагается. Оплата перечислением.

Регистрация слушателей в день начала курсов с 11-00 до 13-00 часов на кафедре Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева по адресу: 125047, г. Москва, 1-ая Миусская ул., д. 3, РХТУ им. Д.И. Менделеева. **Проезд:** м. «Новослободская», м. "Менделеевская".

Участникам курсов бронируются места:

- в гостинице «Вега» (Измайловский гостиничный комплекс). Проезд: м. «Партизанская». Заселение в гостиницу - комната 609, корпус «Вега», 6 этаж. Стоимость одного места проживания составит 3000-5000 руб./сутки.

- в студ. общежитии РХТУ. Проезд: м. «Планерная», далее авт. № 88 или № 96 до ост. «97-я поликлиника» (Стоимость проживания 1500-2000 руб./сутки)

Платежные реквизиты МОО МХО им. Д. И. Менделеева:
ИНН 7710056339, р/сч. 4070381030000000060 Банк ВТБ (ПАО), г. Москва
Кор/сч. 30101810700000000187, БИК 044525187, КПП 770201001

В графе «назначение платежа» следует указать соответствующий **шифр.**

Прибывшие на курсы должны предоставить копию платежного поручения с отметкой банка об оплате.

Об участии в курсах следует заявить по телефону не позднее, чем за 3 дня до начала занятий, указав потребность в гостинице и дату приезда.

Телефон для подачи заявок и справок:

тел/факс: (495) 625-86-00, 742-04-22 – МХО им. Д.И. Менделеева.

e-mail: mxo@asvt.ru http: www.mmho.ru

тел/факс: (499) 978-59-90 – РХТУ им. Д.И. Менделеева.

e-mail: gtech@muctr.ru http: www.muctr.ru

Правила подготовки рукописей статей, направляемых в журнал "Гальванотехника и обработка поверхности"

Научные статьи должны быть оригинальны и не опубликованы в других журналах.

Статью необходимо представлять в электронном виде на диске (3,5" или CD) с распечаткой в одном экземпляре шрифтом Times New Roman (12-14 кегль), интервал между строками 1.5 - 2.0, или переслать по электронной почте: st.ceram@rctu.ru (просим отправлять файлы размером не более 1 МБ).

Текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf (Microsoft Word v. 6.0, 2000, XP, 2003) или *.docx (Microsoft Word 2007).

Статья не должна быть перегружена рисунками, формулами и литературными ссылками.

Ключевые слова (на русском и английском языке) приводятся в начале статьи.

Математические и химические формулы - предельно четкие, чтобы легко можно было отличить прописные буквы от строчных, русские от латинских и греческих, показатели степени от сомножителей. Все буквенные обозначения, приведенные в тексте статьи и в формулах, должны быть расшифрованы.

Формулы размещают отдельной строкой с расстояниями между ними и текстом не менее 10 мм.

Не допускается обозначать разные понятия одинаковыми символами.

Единицы физических величин указывают в соответствии с международной системой (СИ).

Графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т.п.), представленный в электронном виде, выполняют в графических редакторах: Adobe Illustrator и сохраняют в форматах *.eps (Adobe Illustrator CS2), *.ai (Adobe Illustrator CS2).

Фотографии, коллажи и другие материалы сохраняют в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество "8 - максимальное") или *.eps (Adobe Photoshop от v. 6.0 до CS2) с разрешением не менее 300 dpi.

Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5-2008) приводится в конце статьи в порядке последовательности ссылок в тексте.

В списке литературы при ссылке на статью, опубликованную в журнале «Гальванотехника и обработка поверхности», необходимо после ссылки на статью на русском языке привести под тем же номером ссылку на английском. Например:

1. Солинов В.Ф., Каплина Т.В., Гороховский А.В. Влияние параметров формования на термомеханические свойства листового силикатного стекла // Стекло и керамика. 1992. № 5. С.7-8.

Solinov V. F., Kapkina T. V., Gorokhovskii A. V. Relationship between thermomechanical properties and shaping parameters for sheet silicate glass // Glass and Ceram. 1992. V. 49. N 5-6. P. 215-217.

Реферат (на русском и английском языках) - краткое изложение основного содержания статьи (со ссылками на рисунки и таблицы) - прилагается на отдельной странице.

Каждая статья должна содержать сведения обо всех авторах: фамилию, имя и отчество (полностью), место работы (полное и сокращенное название учреждения), должность, ученую степень, адрес с почтовым индексом (служебный и/или домашний), номера телефонов (служебный и домашний).

К статье должны быть приложены сопроводительное письмо и экспертное заключение.

Статья должна быть подписана всеми авторами.

Факт получения статьи редакцией означает передачу ей всех прав на опубликование статьи на русском и английском языках, включая их электронные версии.

На авторах статьи лежит ответственность за достоверность приведенных данных, точность формулировок, имен и пр., а также за неразглашение сведений, запрещенных законом к открытой публикации.

К статье может быть приложена рецензия либо выписка из решения научно-технического совета или заседания секции.

Неправильно оформленные статьи не рассматриваются.

Статьи, поступившие в редакцию, авторам не возвращаются.

Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» К сведению подписчиков!

Подписка на журнал производится через местные почтовые отделения.

Журнал включен в Объединенный каталог «Пресса России» 2016/1; каталог стран СНГ 2016/1;
Каталог Украины 2016/1; адресный каталог «Библиотечный каталог» 2016/1.

Агентство АРЗИ. Индекс **87867**.

В редакции также можно приобрести:

Журнал "Гальванотехника и обработка поверхности" и книги	Цена, руб
2016 год (4 номера)	900
2015 год (4 номера)	800
2014 год (4 номера)	800
2013 год (4 номера)	760
2012 год (4 номера)	680
2011 год (4 номера)	640
2010 год (4 номера)	620
Цинкование. Техника и технология. Окулов В.В.	170
Электролитическое хромирование. Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н.	130
Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование. Виноградов С.С. Электронная версия.	100
Экологически безопасное гальваническое производство. (Изд. 2-е, дополн. и перераб.) Виноградов С.С. Электронная версия.	100
Промывные операции в гальваническом производстве. Виноградов С.С. Электронная версия.	100
Никелирование. Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н.	240
Оксидирование алюминия и его сплавов. Скопинцев В.Д.	250

Все цены включают стоимость пересылки; НДС не облагается.

ООО "Гальванотех" находится с 01.01.08 УСНО, № 107412 А от 31.03.2015

Адрес редакции: 125047 г. Москва, Миусская пл., д. 9, РХТУ им. Д.И. Менделеева

Кафедра ТЭП. И.о. гл. редактора **Кругликов С.С.**

Тел: (499) 978-59-90; **Факс:** (4 95) 609-29-64; **E-mail:** gtech@muctr.ru

Интернет-сайт журнала: www.galvanotehnika.info

За вышеуказанные журналы и книги деньги перечислять на р/с журнала. Ниже приведен образец заполнения платежного поручения:

Банк плательщика

Московский банк Сбербанка России ОАО, г. Москва Банк получателя	БИК Сч.№	044525225 3010181040000000225
ИНН 7708253114; КПП 770801001 ООО «Гальванотех» Получатель	Р/с	40702810738000034332
Назначение платежа: и Полный почтовый адрес предприятия (для рассылки)		

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников: www.galvanicrus.ru

Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу

ООО "АРБАТ" (стр. 63)

445012, г. Тольятти, Молодежный бульвар
22-110, тел/факс (8482) 25-46-32, факс (8482) 22-
03-52, E-mail: arbat00@mail.ru

ЗАО "БМТ" (стр. 61)

600036 г. Владимир, а/я 60; E-mail: vladimir
@vladbnt.ru, www.vladbmt.ru; тел: (4922) 38-61-11,
24-74-31; факс: (4922)38-12-44

Гальванические технологии (стр. 61)

г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 178-Е;
тел. (831)275-82-60, 275-82-62, 415-75-16; info@
galvanotech.ru

ЗАО "ГАЛЬВАНОХРОМ" (стр. 12)

195248, Санкт-Петербург, Уманский пер.,
д. 71; E-mail: manager@galvanochrom.ru; www.
galvanochrom.ru; тел/факс: +7(812)336-93-82,
+7(812)226-03-63

ООО "ГРАНИТ-М" (стр. 54)

393462 г.Уварово, Тамбовской обл.,
ул.Б.Садовая, 29, тел/факс (47558) 467-17; 468-98;
г.Тамбов тел/факс (4752) 72-97-52

РОПОВ Consulting (стр. 57)

Официальный дилер компании SERFILCO
International LTD., Англия; тел/факс 8(499)259-24-
55; popov@popovconsulting.com;
www.serfilcoequipment.popovconsulting.com

НАВИКОМ (ПУЛЬСАР) (стр. 11)

150007, г. Ярославль, ул. Университетская
д.21;тел (4852)741-121, 741-567;E-mail: commerce@
navicom.yar.ru;www.navicom.yar.ru

"Предприятие "РАДАН" ООО (стр. 9)

190103 Санкт-Петербург, ул. 8-я Красно-
армейская, 20 (а/я 179);E-mail: radan2000@mail.ru;
www.radan@fromru.com;тел/факс: +7(812)251-13-
48, тел +7(812)251-49-17

РТС Инжиниринг (стр. 10)

Москва, ул. Атарбекова, д.4; тел.: (495)
964-47-48, факс: (495) 964-47-39; e-mail: main@rts-
engineering.ru; http://www.rts-engineering.ru

Euroistanbul (стр. 62)

Euroistanbul Galvano Cihazları San. Tic.
Ltd.Sti. Mermerciler Sanayi Sitesi 2. Bulvar No: 6
Beylikdüzü / Istanbul; tel: +90 212 549 80 26 (3 hat)
/ F: 0 212 549 80 30

Компания "СОНИС" (стр. 21, 56)

109240, Москва, ул. Яузская, 8, стр.2
тел:(495)545-76-24, 517-46-51; факс:
8(499)272-24-08; E-mail:bmb@sonis-co.ru; www.
sonis-co.ru

НПП СЭМ.М (стр. 53)

119049, Москва, ул. Крымский вал, д. 8; тел/
факс: 8(495)978-94-42, +7(901)517-94-42; npp-semm@
yandex.ru

ОАО "ТАГАТ" ТАМБОВ ГАЛЬВАНОТЕХНИ- КА им. С.И. Лившица (стр. 13)

392030, Тамбов, Моршанское шоссе,
21.; Тел./факс:8(4752)53-25-03 (приемная); Тел.:
8(4752)53-70-03, 53-18-89; Факс:8 (4752)45-04-15;
E-mail: market@tagat.ru; office@tagat.ru ; http://
tagat.pф; http://www.tagat.ru

ООО "ХИМСИНТЕЗ" (стр. 60)

606008, г. Дзержинск Нижегородс-
кой обл., а/я 175; тел/факс: (8313) 25-23-46,
+7(951)902-91-65;e-mail: chimsn@kis.ru

НПП "ЭКОМЕТ" (стр. 58)

119071, Москва, Ленинский пр., д.31, стр.5,
ИФХ и Э РАН,тел: (495) 955-40-33; тел/факс (495)
955-45-54;e-mail:info@ecomet.ru; www.ecomet.ru

КОРИАН – 3 (стр. 55)

125047, Москва, Миусская пл.,д.9, РХТУ
им.Д.И.Менделеева, кафедра ТЭП, тел.: (8499)
978 – 59 – 90, факс: 8(495)609-29-64; E-mail: lns42@
bk.ru; gtech@muctr.ru

АО "ХИМСНАБ" (стр. 8)

420030, г.Казань, ул. Набережная, 4.
тел: (843)214-52-25; E-mail: info@chemp.ru, www.
chemp.ru

ТД "Элма" (стр. 12)

Тел.: +7(812)490-75-03, +7(812)921-48-02;
e-mail: info@td-elma.ru; www. info@td-elma.ru

РХТУ им. Д.И. Менделеева (стр. 54)

Москва, Миусская пл., д.9; тел/факс (499)
978-56-51, моб. 8-916-616-96-99; E-mail:gtech@
muctr.ru

Группа компаний ГАЛЬВАНИТ (стр. 39)

Тел: (495) 565-35-49, e-mail: 123@galvanit.ru

Информация для авторов журнала "Гальванотехника и обработка поверхности" размещена на сайте
www.galvanotekhnika.info

Заказ № 16644. Тираж 700 экз.

Отпечатано в типографии "Тисо Принт"
г. Москва, ул. Складочная, д.3, стр.6
Тел/факс: (495)504-13-56, Сайт: www.tiso.ru



Coatings and Surface Treatment Conference

ST. PETERSBURG

18–19 мая 2016

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Бесплатные автобусы от ст. метро «Московская» и «Ленинский проспект»

Международная научно-практическая конференция Покрyтия и обработка поверхности

Тема конференции:

«Практические решения для организации современных гальванических производств»

Приглашаем к участию в конференции специалистов по гальванике, электрохимии и обработке поверхности

Участники конференции смогут ознакомиться с последними научно-техническими достижениями в области:

- гальванотехники и защиты от коррозии
- оборудования и технологий для подготовки и обработки поверхности
- оборудования и технологий для сварки полимерных материалов
- практического применения различных материалов в промышленности
- решения экологических проблем
- управления производством

В рамках конференции планируется экскурсия на одно из промышленных предприятий Санкт-Петербурга.

ВПЕРВЫЕ!

В рамках выставки



Приглашаем производителей, дилеров и дистрибьюторов оборудования, технологий и материалов для гальванических производств принять участие в специализированной экспозиции

«Гальванические покрытия» с 17 по 20 мая 2016 в Санкт-Петербурге, КВЦ «ЭКСПОФОРУМ».

Участие в экспозиции позволит продемонстрировать оборудование, технологии и материалы для гальванических производств большому количеству потенциальных заказчиков из Северо-Западного региона России.

Условия участия на сайте cst-conference.ru

Организаторы:



primexpo

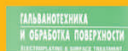


+7 (812) 380 6002/00
coating@primexpo.ru



Среди проектов «ПРИМЭКСПО» единственная в России специализированная международная выставка технологий, оборудования и материалов для обработки поверхности и нанесения покрытий

Информационная поддержка:





Expo
Coating
MOSCOW

25–27
октября
2016

Москва
Крокус Экспо

14-я Международная выставка технологий, оборудования и материалов для обработки поверхности и нанесения покрытий на металлы • сплавы • пластические массы • дерево • керамические материалы • бетон



0+

Организаторы:



primexpo



+7 (812) 380 6002/00
coating@primexpo.ru

При участии:



РХТУ им. Д. И. Менделеева
Российское химическое общество им. Д. И. Менделеева
Московское химическое общество им. Д. И. Менделеева
Российское общество гальванотехников

Забронируйте стенд:
expocoating-moscow.ru

