

Редакционная коллегия

Главный редактор

д.х.н. Кудрявцев В.Н.

Российский химико-технологический
Университет им.Д.И.Менделеева, Москва

д.х.н. Агладзе Т.Р., Тбилиси, Грузия;
д.х.н. Байрачный Б.И., Харьков, Украина;
к.т.н. Буркат Г.К., Санкт-Петербург, Россия;
д.т.н. **Виноградов С.Н.**, Пенза, Россия;
д.т.н. Виноградов С.С., Москва, Россия;
д.х.н. Варенцов В.К., Новосибирск, Россия;
д.х.н. Данилов Ф.И., Днепропетровск,
Украина;
д.х.н. Давыдов А.Д., Москва, Россия;
к.т.н. Дьяченко А.В., Москва, Россия;
к.х.н. Жарский И.М., Минск, Белоруссия;
д.х.н. Кайдриков Р.А., Казань, Россия;
д.х.н. Колесников В.А., Москва, Россия
к.т.н. Окулов В.В., Тольятти, Россия;
д.х.н. Рудой В.М., Екатеринбург, Россия;
к.т.н. Шишкина С.В., Киров, Россия

Зав. редакцией Орехова Е.С.

Компьютерная верстка Василенко О.А.

125047, Москва, Миусская пл., д.9

Тел. редакции: 8(499)978-59-90,

факс:8(495)609-29-64

E-mail: gtech@muctr.ru

Учредители

Кудрявцев В.Н.

Российский химико-технологический
Университет им. Д.И. Менделеева

Спонсоры

Компания "Умикор Гальванотехник",
Швабиш-Гмюнд, Германия

Перевод абстрактов - проф. Кругликов С.С.

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников www.galvanicrus.ru

Editorial Board

Editor-in-Chief

prof. Kudryavtsev V.N.

Mendeleev University of Chemical
Technology of Russia, Moscow

Agladze T.R., Tbilisi, Georgia;
Bajrachnyj B.J., Charkov, Ukraine;
Burkat G.K., S. Peterburg, Russia;
Danilov F.I., Dnepropetrovsk, Ukraine;
Davydov A.D., Moscow, Russia;
Dyachenko A.V., Moscow, Russia;
Kajdrikov R.A., Kazan, Tatarstan, Russia;
Kolesnikov V.A., Moscow, Russia;
Okulov V.V., Togliatti, Russia;
Rudoj V.M., Ekaterinburg, Russia;
Schischkina S.V., Kirov, Russia;
Varentsov V.K., Novosibirsk, Russia;
Vinogradov S.N., Penza, Russia;
Vinogradov S.S., Moscow, Russia;
Zharskii I.M., Minsk, Belorussia

125047, Moscow, Miuskaya 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 журнала www.galvanotehnika.info

ГАЛЬВАНОТЕХНИКА и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

Издаётся с 1992 г.

№ 3

2012 год

том XX

Содержание

	Редкционные статьи	4
	Поздравления журналу с двадцатилетним юбилеем	7
	Новые процессы компании Умикор	14
<i>Ответы на вопросы читателей</i>	О курсах повышения квалификации	22
	О причинах брака матового никелевого покрытия на алюминии	22
	Об аттестации гальванического оборудования	25
	О наполнении анодной плёнки на алюминии	25
<i>Электро- осаждение металлов и сплавов</i>	Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2010-2011 годы Елинек Т.В., Штайнхайм ан дер Мурр	26
	Выход по току дендритного медного осадка для порошка марки ПМС11 как параметр, определяющий его структуру Осипова М.Л., Мурашова И.Б., Даринцева А.Б., Онучина Д.Л.	35
	Электроосаждение сплава никель-фосфор из сульфатно-хлоридного электролита, содержащего дикарбоновую кислоту Спицина А.А., Цупак Т.Е.	42
<i>Печатные платы</i>	Пластичность медного покрытия в отверстиях печатных плат. Результаты последних исследований Медведев А.М., Мылов Г.В.	47
<i>Методы исследований</i>	Износостойкость и антифрикционные свойства гальванических покрытий. Методы определения Виноградов С.Н., Перельгин Ю.П., Киреев С.Ю.	53
<i>Персоналии</i>	Ректору РХТУ им. Д.И.Менделеева профессору Колесникову 60 лет	57
	Памяти профессора Роберта Юльевича Бека	59
	Памяти профессора Станислава Николаевича Виноградова	60
	Памяти к.т.н. Леонида Давидовича Тока	61
<i>Информация</i>	Курсы повышения квалификации	64
	Выставки, конференции, семинары	66,68
	Книги	66
	Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу	76

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников
www.galvanicrus.ru

ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT

Published since 1992

№ 3

2012

V. XX

Contents

	Editorial	4
	Congratulations on the occasion of 20 th Anniversary of the Journal	7
	Umicore product hits of 2012	14
<i>Answers for reader questions</i>	On the training courses for plating engineers organized at the Mendeleev University of Chemical Technology	22
	On the causes of blistering in nickel coating deposited on Al	22
	On the standartization plating equipment	25
	On the sealing anodic Al-film	25
<i>Electroplating of metals and alloys</i>	Advances in Metal Finishing - An Assessment of the International Literature 2010-2011	
	<i>Jelinek T.V., Steinheim an der Murr</i>	26
	Current Efficiency of (ПМС11) Copper Powder as a Parameter Determining Its Structure	
	<i>Osipova M.L., Murashova I.B., Darintseva A.B., Onuchina D.L.</i>	35
	Electrodeposition of Nickel-Phosphorous Alloy from Sulfate-Chloride Bath Containing Dicarboxylic Acid	
	<i>Spitsina A.A., Tsupak T.E.</i>	42
<i>PC boards</i>	Printed-circuit boards. Ductility of Copper Layer in the Through-holes. Results of Recent Research	
	<i>Medvedev A.M., Mylov G.V.</i>	47
<i>Experimental Methods</i>	Wear Resistance and Antifriction Properties of Electrodeposited Coatings. Methods of Determination	
	<i>Vinogradov S.N., Perelygin Yu.P., Kireev S. Yu.</i>	53
<i>Personality</i>	60-th Anniversary of Professor Vladimir A. Kolesnikov, Rector of the Mendeleev University of Chemical Technology	58
	To the memory of professor Robert Yu.Beck	60
	To the memory of professor Stanislav N. Vinogradov	61
	To the memory of Leonid D. Tok	62
<i>Information</i>	On the training courses for plating engineers	64-65
	Congressess, Conferences, Meetings	66,68

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

Дорогие коллеги

Двадцать лет назад в 1992 году вышел первый номер журнала «Гальванотехника и обработка поверхности». Об издании такого журнала мечтали несколько поколений гальванотехников Советского Союза. В «доперестроечные» годы на каждой конференции и на каждом семинаре обсуждались и принимались решения о необходимости издания своего специализированного журнала. Однако тогда этого добиться не удавалось. На многочисленные обращения ответ был один: печатайте свои статьи в журналах «Электрохимия», «Защита металлов», «Прикладная химия». Справедливости ради надо сказать, что эти специализированные журналы никогда не отказывали в размещении на своих страницах материалов по гальванотехнике и обработке поверхности, за что им искренняя благодарность.

«Перестройка», несмотря на всю свою неоднозначность, дала нам возможность создать, наконец, свой журнал «Гальванотехника и обработка поверхности». Нашлись спонсоры – российские и зарубежные организации, благодаря которым стали выходить первые номера журнала.

Новому журналу поступили поздравления от Академии Наук СССР, от Европейской Академии Технологии обработки поверхности, от Американского Общества гальванотехников и от других организаций. Поздравления пришли и от издателя немецкого журнала «Galvanotechnik» (Гальванотехник) г-на Райхерта, который предложил наладить сотрудничество между нашими журналами. Одним из итогов этого сотрудничества явились публикации в нашем журнале переводов ежегодных обзоров мировой литературы из журнала «Galvanotechnik». И сегодня наши читатели могут найти ссылки на любые опубликованные за последние 20 лет статьи по тематике «обработка поверхности и гальванотехника».

Уже с первого номера в журнал начала поступать информационно-техническая реклама российских и зарубежных компаний. Первой разместила свою рекламу (а фактически оказала спонсорскую помощь) одна из ведущих в мире немецкая компания «Дегусса» («Degussa AG»). Все эти годы, несмотря на смену названия – сейчас эта компания носит название «УМИКОР» («UMICORE electroplating») – она продолжает рекламировать в журнале свои инновационные технологии. В настоящее время ряд ведущих российских и зарубежных компаний также регулярно публикуют свои рекламные материалы в журнале, тем самым способствуя его нормальному функционированию. Всем этим компаниям мы выражаем нашу искреннюю признательность за поддержку.

В течение всех этих лет редколлегия поддерживает два направления публикаций в журнале – научные и прикладные. Высокий научный уровень журнала и публикуемых в нём статей подтверждается тем, что он входит в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук». Десятки соискателей кандидатских и докторских званий опубликовали в журнале результаты своих работ и затем успешно защитили диссертации.

За 20 лет суммарный тираж журнала составил свыше 15000 экземпляров. Опубликовано более 600 обзоров, научных и дискуссионных статей, а также статей прикладного характера для заводских работников. Пользуется интересом рубрика «Ответы на вопросы читателей».

Большой профессиональный интерес специалистов вызывают приложения к журналу. Всего выпущено 9 книг, которые по мнению гальваников-практиков являются прекрасными руководствами в их работе. Тем более что такая литература в настоящее время практически больше нигде не издается. Изданный в этом году «Сборник практических материалов для технологов-гальваников» содержит информацию, касающуюся конкретных гальванических технологий, приемов решения вопросов, возникающих как при освоении новых процессов, так и в текущих производственных ситуациях.

Источником важной информации и полезных советов является тесно связанный с журналом интернет-сайт Российского общества гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности – galvanicus.ru.

Двадцать лет назад в редакционной статье (стр.5) мы писали, что для успешной работы журнала необходимы общие усилия и редколлегии и читателей. Этот тезис и сегодня актуален. Нужно, чтобы «читатели» становились «писателями» и присылали в свой журнал статьи, сообщения о производственном опыте, о методах исследования и контроля процессов и покрытий, о путях решений экологических проблем, словом, обо всем, что связано с гальванотехникой. В этом случае журнал и в дальнейшем будет продолжать с успехом выполнять свою основную задачу – образовательную, направленную на повышение квалификации специалистов всех уровней, как производственников, так и научных сотрудников.

Редколлегия журнала

Глубокоуважаемый коллега!



Ты раскрыл первый номер журнала "Гальванотехника и обработка поверхности". Издание этого журнала - воплощение заветной мечты русских гальванотехников. Мы порой с чувством некоторой досады и горечи брали в руки красочные зарубежные журналы, такие, как американский *Plating and Surface Finishing* или немецкий *Galvanotechnik*, и невольно задавались вопросом: почему нет у нас такого же журнала?". Мы принимали бесконечное число решений на конференциях и семинарах, собраниях и заседаниях. Но то был глас вопиющего в пустыне. В те годы не удавалось "пробить" свой журнал. И мы публиковали свои статьи, обменивались опытом в десятках академических и научно-технических журналах, в сборниках докладов и трудах конференций, то есть там, где нас печатали. За то, что, хоть и в малой степени, но все-таки существовал обмен опытом и идея-

ми, мы выражаем благодарность таким академическим изданиям, как "Журнал прикладной химии", "Электрохимия", "Защита металлов", журналам "Вестник машиностроения", "Заводская лаборатория. Наконец настало и наше время, журнал теперь есть, ты его держишь в руках, читаешь его. Конечно он еще молод, а потому и зелен. Но наш журнал будет непременно совершенствоваться и, надеемся, нашими общими усилиями. Для этого прежде всего нужно, чтобы ты, дорогой коллега, был не только читателем, но и "писателем". Нужно, чтобы каждый специалист писал в свой журнал, чтобы предлагал статьи, сообщения о производственном опыте, о новых конструкциях и приспособлениях, методах исследования и контроля процессов, покрытиях, обрабатываемой поверхности - словом, обо всем, что связано с гальванотехникой. Если не будет твоей активности, коллега, то журнал может погибнуть, едва появившись на свет.

Сегодня гальванотехника - это самый универсальный способ окончательной отделки металлоизделий. Он включает не только осаждение на детали многофункциональных (защитных, декоративных, износостойких, магнитно-восприимчивых и т.д.) металлических покрытий, но и нанесение неорганических покрытий (оксидных, фосфатных и т.д.), различные виды химической и электрохимической обработки поверхности металлов с целью ее активации, травления или обезжиривания, полирования и формообразования, металлизацию пластмасс и диэлектриков и прочее, и прочее. По самым осторожным подсчетам в стране функционирует около 10 тыс гальванотехнических цехов, а всего в области гальванотехники, включая рабочих, технологов, исследователей, конструкторов и проектировщиков, работает не менее 400 тыс. человек. Нельзя также забывать и о том, что проблемы, решаемые гальванотехнической технологией, интересуют широкие круги машиностроителей, приборостроителей и металлургов. Все мы заинтересованы в том, чтобы применяемые в

промышленности технологии интересуют широкие круги машиностроителей, приборостроителей и металлургов. Все мы заинтересованы в том, чтобы применяемые в промышленности технологии были стабильны и потребляли минимум энергии. И еще - экономны, так как используемые для нанесения гальванопокровов цветные металлы безвозвратно теряются. При общей площади обрабатываемой поверхности, оцениваемой в 700 млн квадратных метров, эти потери ежегодно составляют около 100 тыс. тонн. Покровы должны быть эффективны при минимальной толщине!

Помимо собственно технологии и ее промышленного воплощения, существует проблема, без решения которой гальванотехнику попросту стоит запретить и навсегда исключить из современного промышленного производства. Это - экологическая проблема, ибо гальванотехника, дающая стране около одного миллиарда кубических метров сточных вод, будет жизнеспособна только при использовании надежных и эффективных способов очистки и регенерации технологических растворов и стоков, утилизации отходов гальванических производств. Новые идеи, технологии, конструкции, производственный опыт в этой области будут освещаться в журнале в первую очередь. Мы предполагаем знакомить читателей с планом работ профессиональных обществ, ассоциаций и Домов техники стран СНГ, Грузии, Латвии, Литвы и Эстонии, мы готовы публиковать любые материалы, любую интересующую информацию, в области гальванотехники и обработки поверхности. Пишите нам обо всем этом.

Начиная издание журнала, мы, прежде всего, рассчитываем на твою, уважаемый коллега, заинтересованность читателя в положении дел в области гальванотехники и обработки поверхности. Мы хотим познакомить, тебя с достижениями мировой гальванотехники, привлекая к работе в журнале зарубежных специалистов, печатая краткие рефераты статей из зарубежных журналов, информацию о предстоящих конференциях, совещаниях, семинарах, выставках. В условиях новых экономических отношений по-новому будет решаться проблема спроса и предложе-

ния специалистов. Рыночная экономика подразумевает и конкуренцию специалистов и неизбежное сокращение или увеличение рабочих мест. Журнал берет на себя обязательства публиковать как объявления специалистов, ищущих работу, с предложением своих услуг, так и объявления предприятий, нуждающихся в квалифицированных гальванотехниках. Это поможет тебе, коллега, если жизненные обстоятельства временно сложатся не в твою пользу.

Безусловно, издание нового научно-технического журнала дело не только организационно хлопотное, но и требующее вложения определенных денежных средств. Начиная с нуля мы ничего и не имеем, кроме этого нуля. Поэтому мы признательны нашим спонсорам, которые обеспечивают издание первых номеров журнала. Однако существовать и далее на принципах благотворительности мы не сможем. И здесь снова нужна твоя помощь, коллега. Надеемся, что ты и библиотека твоего предприятия или института станут подписчиками этого журнала. Нам хорошо известно - *without publicity there is no prosperity*, мы готовы печатать любую рекламу на взаимовыгодных условиях. Общее дело требует общей поддержки.

Итак, долгожданная встреча состоялась. Ждем откликов, дорогой коллега.

Редколлегия

Поздравляем с юбилеем!

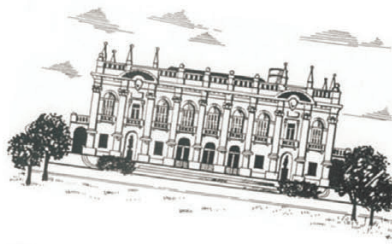
От имени коллектива журнала «Промышленная окраска» поздравляю коллектив журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» и Вас, глубокоуважаемый Владимир Николаевич, как главного редактора, с замечательным юбилеем. Вот уже 20 лет Ваш журнал является источником научной информации, важность которой для специалистов, занимающихся окраской промышленных изделий, невозможно переоценить. Это, в первую очередь, обработка поверхности металла и подготовка объектов к нанесению на них не только гальванических, но и лакокрасочных покрытий. Очень важным является публикация рефератов статей отечественных и зарубежных специалистов. Желаю коллективу журнала долгих лет успешной работы, которая представляет несомненный интерес не только для специалистов в области гальванотехники, но и для смежных областей науки и техники.

Главный редактор журнала «Промышленная окраска»

О.М. Андрущак



Поздравления
журнала
с юбилеем



Twenty years of publications for the Russian Magazine Electroplating and Surface Treatment

In the history of scientific magazines it is difficult to find a Journal on "Electroplating and Surface Treatment" which has maintained his mission of information at high level in the field, as it is the case for the Russian Journal. To understand what occurs in an electrolyte, with complexants and additives acting at the surface, was so high in the past that electroplating was considered a black magic. The Russian Journal of publications, where problems are presented, interpreted and solved, that now is considered a Science. The Journal is important, because to improve the properties of objects becoming smaller and smaller, it is important development is to increase the behaviour of their surface, through which they are in contact with the external ambient. As described in the papers of the Russian Journal Electroplating and Surface Treatment, we will see an increase of this art, that is becoming more and more important.

Editorial Board and the Chief Editor for the quality and the level of this publication, now one of the best of the field, and I am sure we will have success in dissipating the difficulties for understanding what occurs at the surface.

К двадцатилетнему юбилею выхода Российского журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»

В панораме всех научных журналов, посвященных гальванотехнике и обработке поверхности трудно найти такой, который бы выполнял свою миссию по информированию своих читателей на таком же высоком уровне, как это делает данный российский журнал. Столь велики оказались трудности, связанные с пониманием процессов, происходящих на поверхности, связанные с комплексом образований и добавок в процессе электроосаждения металла, что гальванотехнику долгое время считали чем-то, похожим на черную магию. Однако теперь именно благодаря таким изданиям, которые смогли сформулировать основные проблемы и решить их, мы имеем дело с современным научно-техническим направлением, которое представляет собой парадигму инноваций, так как по мере уменьшения геометрических размеров объектов в результате разработки все более миниатюрных устройств и механизмов несоизмеримо возрастает значение поверхностных свойств. Объясняется это тем, что отдельные компоненты этих устройств взаимодействуют с окружающим пространством через свою поверхность. Эти инновации предопределяют с окружением данного журнала. В будущем мы будем свидетелями того, как эта область науки и техники будет играть все более важную роль и параллельно будет углубляться понимание происходящих процессов, делая их таким образом предсказуемыми и управляемыми.

От имени международных организаций и от себя лично хочу поздравить редколлегия журнала и его главного редактора с высоким уровнем и качеством публикуемых в нем материалов, что сделало его одним из лучших в данной области науки и техники. Выражаю уверенность, что и в дальнейшем журнал будет активно способствовать успешному решению всех проблем, связанных с процессами электроосаждения металлов и обработки поверхности.

Pietro Luigi Cavallotti
Петро Луджеви Каваллотти

Почётный профессор Миланского
Политехнического Университета
Президент Международного Общества
гальванотехников и специалистов
в области обработки поверхности
Европейской Академии технологий
обработки поверхности, Итальянской
Ассоциации обработки металлов

Pietro Luigi Cavallotti
Professor Emeritus of Metals Science
Politecnico di Milano, Italy (Миланский технический университет)
President of:
International Union for Surface Finishing
European Academy of Surface Technology
Associazione Italiana Finiture dei Metalli

Поздравления
журнала
с юбилеем

Межрегиональная общественная
организация
**МОСКОВСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ
ОБЩЕСТВО**
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА Адрес:

107045, г. Москва,
Колокольников пер., д. 17
Тел/факс: 625-86-00, 742-04-22
E-mail: mxo@asvt.ru

№ 66 от «4» июля 2012 г.

Главному редактору журнала
«Гальванотехника и обработка
поверхности»
профессору В.Н. Кудрявцеву

Двадцатилетний юбилей журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» - значимое событие для специалистов, работающих в области, связанной с электрохимическими и химическими методами обработки изделий, с защитой металлов от коррозии.

С самого начала своего существования с 1992 года направления развития гальванической промышленности и научных идей и современных технологий. И сегодня журнал вызовы времени, интересен потребителям своим информативностью, представлен как на российских, так и на международных конференциях уделяется актуальным вопросам экологически чистого производства.

Публикации в журнале обзоров зарубежной и российской литературы, рефераты статей, опубликованных в отечественных журналах, аннотации новых книг придают журналу энциклопедический характер. И сегодня журнал направлен на уменьшение информационного голода.

У журнала есть свое узнаваемое и весьма самостоятельное и состоявшийся характер. Это объясняется тем, что создателем, издателем и главным редактором журнала является профессор, доктор технических наук, специалист-электрохимик профессор, доктор технических наук им. Д.И. Менделеева осуществляется проведение научных конференций, научно-технических семинаров, симпозиумов. Желаем журналу «Гальванотехника и обработка поверхности» дальнейших успехов в неслыханном, но благородном деле.

Председатель
чл. - корр. РАН

С.О. Бачурин

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
Издательство АКМ-пресс

125047 г. Москва, Мясницкая пл., д.9, оф.336. Тел./факс (499) 9724514 ИНН 7731554222
Р/с 40702810300070001764 в ДПО МГРУ ОАО «М/А-Б», г. Москва,
кор. счет 30101810300000000600 БИК 044525600 e-mail ikm@ikm-press.ru www.ikm-press.ru

Уважаемый Владимир Николаевич!

Искренне поздравляю коллектив журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» с 20-летним юбилеем.

Все время работы журнал является важным звеном, связывающим отечественной и зарубежной науки с промышленностью. Публикации представляют большой интерес для специалистов, занимающихся проблемами коррозии различными методами.

Особую ценность представляет рубрика журнала, в которой редакция отвечает на вопросы читателей, основываясь на опыте авторов. Большой интерес вызывают аннотации новых статей, опубликованных не только в российских, но и в зарубежных изданиях. Организуемые Вами конференции сделали журнал известным за рубежом.

«Гальванотехника и обработка поверхности» успехов в решении задачи - повышения квалификации и научно-технического персонала российских предприятий, а Вам, Владимир Николаевичу, желаю дальнейших успехов.



primexpro

000 "ПРИМЭКСПРО", 190000, Санкт-Петербург, ул. Яковлева, дом 24, лит. А. Тел.: (812) 380 6000, факс: (812) 380 6001, info@primexpro.ru, www.primexpro.ru

Уважаемый Владимир Николаевич,

примите наши самые теплые и искренние поздравления с двадцатилетним юбилеем журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»! 20 лет - это история настоящего успеха. Популярность, доверие и уважение профессиональной аудитории - это заслуга крепкой, сплоченной команды, дружного коллектива единомышленников, работающих под Вашим руководством. Ни для кого не секрет, что именно Ваша неиссякаемая энергия, энтузиазм и преданность своему делу позволили созданию и выходу первого номера журнала 20 лет назад и до сих пор остаются главной движущей силой его развития.

На страницах издания всегда освещаются самые актуальные вопросы гальванического производства и анонсируются ведущие отраслевые события, в том числе, международная выставка и конференция «Покрывает и обработка поверхности» - ExpoCoating. Мы очень рады, что Ваш журнал и Вы лично являетесь давними партнерами проекта и вносите огромный вклад в его успешное проведение.

В следующем году выставке и конференции исполняется десять лет, и это хороший показатель успешности выставочного мероприятия. Когда в 2002 году мы только начинали работу над проектом, сложно было представить, что он приобретет такую популярность и станет неотъемлемым событием для тысяч специалистов гальванической отрасли. Сегодня ExpoCoating - это более 75 участников из 12 стран мира и свыше 5600 посетителей. С каждым годом география экспонентов расширяется, становится более качественным посетительский состав, появляются новые сервисы и возможности. Такие достижения и показатели являются результатом ежедневного труда всего Организационного комитета и во многом Вашей личной заслугой.

Благодаря Вашему таланту, профессионализму и авторитету выставка и конференция радуют гальваники, экспозициями и презентациями от крупнейших российских компаний и научных институтов. Глубоко переживая за развитие отрасли, Вы всегда остро чувствуете наиболее важные и волнующие специалистов темы и поднимаете их не только на страницах Вашего журнала, но и предлагаете для дискуссии участникам конференции. В ходе конструктивного диалога зачастую предлагаются решения многих проблем, намечаются пути дальнейшей технологической модернизации отрасли, становятся популярными передовые отечественные разработки.

Позвольте пожелать Вам лично и всей редакции крепкого здоровья, новых творческих побед и успешного воплощения любых проектов и идей, а самому журналу - оставаться актуальным и востребованным изданием!

С уважением, Любина И. А.
от лица коллектива ООО «Примэкспро»

Гальванические Технологии

общество с ограниченной ответственностью
ИНН 7731639500, Россия, 121359, Москва, Брюсов переулок, д.2/14, стр.4
Телефон/факс: (495) 580 56 65 e-mail: galvantech@mail.ru

Исх. № 37
от 09.02.2012

Главному редактору журнала
«Гальванотехника и обработка поверхности»
Доктору химических наук, профессору
Кудрявцеву В.Н.
123047, г. Москва, Миусская площадь

Уважаемый Владимир Николаевич!

Руководство и технические специалисты ООО «Гальванотехнологии» искренне и сердечно поздравляют редакцию коллектива и Вас лично с 20-летием со дня основания «Гальванотехника и обработка поверхности».

На протяжении всего времени существования огромный вклад в дело развития теории и решения гальванических процессов и гальванического производства.

Блестящая работа редакции не только позволяет интересней и популярней журнал о высоких технологиях нашей экономике и стране быть более современным и конкурентоспособным.

Еще древние римляне говорили «Мы можем только столько, сколько знаем».

В этом смысле журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» делает свою работу. Пройдя путь с годами не ставший журналом, а источником информации.

Особые слова благодарности Владимиру Николаевичу за добродетельное отношение к делу и уверенность в успехе.

Еще раз, всем читателям журнала – с наилучшими пожеланиями.

Зам. ген. дир.



ООО «СОНИС»

Современные химико-гальванические технологии
Москва, 115054, ул. Б. Пионерская, 15-1
Тел.: (495) 545-76-24, 517-46-51, (499) 272-24-08 (факс)
E-mail: info@sonis-co.ru · www.sonis-co.ru

К юбилею журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»

Коллектив ООО «СОНИС» сердечно поздравляет главного редактора журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» с 20-й годовщиной выпуска первого номера!

Все мы вместе – российские гальванотехники, гальванки, специалисты в области обработки поверхности, поставщики химико-гальванических производств – фактически образуем отраслевое сообщество, печатным органом которого является журнал «Гальванотехника и обработка поверхности».

Для ООО «СОНИС» журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» всегда был и остается **важнейшим профессиональным периодическим изданием**. У нас собраны и бережно хранятся все номера журнала, начиная с его основания. В каждом без исключения номере наши сотрудники находят для себя массу полезной информации из области науки, технологии, производства, экологии, модернизации, контроля качества и т.д. Отдельный интерес для нас представляют регулярно публикуемые в журнале обзоры мировой специальной литературы «Успехи гальванотехники», поскольку постоянный мониторинг развития гальванотехнических технологий во всем мире является важнейшей составляющей нашей деятельности как компании-импортера. Кроме того, журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» является важным источником информации для химико-гальванической промышленности.



ООО "ГРАНИТ - М"



393462, г. Уварово Тамбовской обл., ул. Большая Саловая, 29
ИНН - 6830033136 р/с - 40702810961220100125 Тамбовское ОСБ 8594 (для Уваровского ОСБ № 3912)
Б/К - 046850649 к/с - 301018108000000000649 ОКПО - 50080694 ОКОНХ - 14181 КПП - 683001400
Приемная - тел/факс: 8(47558) 4-67-15, 2-03-44. ОМТСиК - тел. 8(47558) 4-68-58
Коммерческо-сбытовой отдел - тел/факс: 8(47558) 4-67-17, 4-68-98
E-mail: granit@tamb.ru Web: www.granit-m.ru
С/О.Блока ЮВЖД код станции - 602001 код предприятия - 4684

Исх. № 129
от 01.02.12

Журналу «Гальванотехника и обработка поверхности» - 20 лет.

Коллектив ООО «Гранит-М» от всей души поздравляет редакционную коллегию журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» и его читателей со знаменательным событием – 20-летием со дня основания издания.

За свою двадцатилетнюю историю журнал стал в России ведущим теоретическим и научно-практическим изданием в отрасли и, что самое главное и ценное, надежным источником актуальных научных результатов и практического опыта в сложных и многогранных вопросах нашей профессиональной деятельности.

Из номера в номер журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» доносит до своего читателя большой объем информации о современных технологических процессах покрытия деталей, производителей гальванического оборудования, комплектующих изделий и химикатов, освещает экологические вопросы гальванических производств. Большое внимание редакция журнала уделяет ответам на практические вопросы специалистов промышленных предприятий, поэтому журнал стал настольной книгой инженеров-технологов.

В журнале публикуется информация о планируемых и проведенных выставках, конференциях, семинарах и курсах повышения квалификации, в т.ч. о ежегодном совещании проводимом ООО «Гранит-М», освещаются новинки специальной литературы по гальванике.

Особая признательность главному редактору журнала Владимиру Николаевичу Кудрявцеву, стараниями, авторитетом и неутомимой энергией которого издание выходит в свет, журнал сохраняет верность своим принципам, оставаясь источником объективной и достоверной информации.

Желаем редакционной коллегии, авторскому коллективу и читателям журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» новых творческих успехов, плодотворного поиска и разработки новых интересных тем, постоянного роста читательской аудитории.

С уважением,
Директор ООО «Гранит-М»
И.И. Агапов.

Поздравления
журнала
с юбилеем

Общество с ограниченной ответственностью
«АРБАТ»
445017 г. Тольятти, Самарской обл. ул. Молодежный б-р. 22-110,
тел/факс: (8482) 254632, факс: (8482) 220352, E-mail: arbat00@mail.ru

**К 20-летию журнала
«Гальванотехника и обработка поверхности»**

Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» родился в недрах Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева (РХТУ) в переломный момент в жизни нашей страны. Идея создания профессионального журнала в области гальванотехники всегда была в умах и мечтах специалистов-гальваников Советского Союза, однако превратить мечту в реальность сумел Кудрявцев Владимир Николаевич, доктор химических наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Гальванотехника и Электрохимических Производств» названного университета издаётся с 1992 года под руководством его создателя - г-на Кудрявцева В.Н.

За 20 лет журнал стал высоко профессиональным изданием, заметным и значимым событием в сообществе производственных инженеров, ученых и студентов, и профессии. На страницах журнала можно найти публикации известных ученых, обсудить научно-технические и уже известные проблемы, поучаствовать в обсуждениях вопросов, а также получить квалифицированные консультации специалистов гальванического сообщества. Публикации зарубежных изданий в области гальванотехники весьма полезной областью деятельности является издание Приложений к журналу в виде например, по экологии и организации гальванотехники хромированию, цинкованию, фосфатированию, анодированию, темам. Издан Сборник практических материалов, поступивших в редакцию журнала.

Ежегодные научно-практические конференции, проводимые редакцией журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» являются профессиональные возможности специалистов отрасли.

Глубокоуважаемый Владимир Николаевич, поздравляю Вас и сверенный РХТУ с 20-летием журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» продолжения столь полезной для отрасли деятельности!

Главный инженер
26.03.2012



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»)
Красная ул., д.40, г. Пенза, Россия, 440026. Тел/факс: (841-2) 56-51-22
E-mail: cni@pnp.ru; http://www.pnp.ru
ОКПО 02069042, ОГРН 1025801440620, ИНН5837003736 КПП 583701001



3.04.2012 № 99-05-д/14
На № _____ от _____

Журналу «Гальванотехника и обработка поверхности» – 20 лет!
Доктору химических наук профессору Кудрявцеву В.Н.
125047, Москва, Миусская пл., д. 9., РХТУ им. Д.И. Менделеева, кафедра ТЭП

Владимир Николаевич, преподаватели, аспиранты и студенты государственного университета сердечно поздравляют Вас и ваших коллег с юбилеем – 20-летием создания журнала «Гальванотехника и обработка поверхности». За время своего существования журнал превратился в авторитетное издание, на страницах которого обсуждаются актуальные проблемы гальванотехники. Журнальные публикации отмечены высоким качеством изложения материала, но вместе с тем и являются делом чести и престижа для любого специалиста в области гальванотехники. Вы – заслуженный деятель науки техники д-р, профессор РХТУ им. Д.И. Менделеева, принимая самое активное участие в развитии традиций журнала «Защита металлов» и являясь одним из ведущих специалистов по гальванотехнике, входящим в состав редакционной коллегии.

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ГИДРАВЛИКИ»
127018, Москва, ул. Советской Армии, 5
Телефон: 8(495)681-29-44 Факс: 8(495)681-93-34
ОГРН: 1127746028410
ИНН/КПП: 7715900066 / 771501001
E-mail: cni@niia.ru

от 18.03.2012 20 г. № 9200-43
На _____ от _____

Журналу «Гальванотехника и обработка поверхностей»
Главному редактору журнала,
доктору химических наук,
заслуженному деятелю науки РФ,
профессору В.Н. Кудрявцеву
125047, Москва, Миусская пл., 9
РХТУ им. Менделеева
Зав. кафедрой ТЭП

Уважаемый Владимир Николаевич, Центральный научно-исследовательский институт Автоматики и Гидравлики сердечно поздравляет Вас и всех сотрудников журнала «Гальванотехника и обработка поверхностей» со славным юбилеем – 20-летием основания журнала.

Создание такого журнала – уникального периодического гальванотехнического и практического пособия, - которое планировали крупнейшие специалисты прошлых поколений и которое осуществили Вы, явилось крупнейшим событием не только в научном сообществе, но и в технологических организациях и предприятиях различных отраслей отечественной промышленности.

С тех пор в течение 20 лет публикации журнала по широкой тематике обработки поверхностей, гальванохимических покрытий и экологических технологий являются практическим пособием многочисленных инженеров-гальваников и других технологов предприятий.

Издание приложений к журналу – книг ведущих специалистов в области нанесения химических и гальванических покрытий является также научной базой для повышения квалификации специалистов электрохимиков. «Сборник практических материалов для технологов-гальваников» постоянно проводит семинары, проводимые в настоящее время высококвалифицированными специалистами в области гальванотехники.

Успех журнала – это результат усилий коллектива журнала и лично Вашего руководства и энергии. Желаем редакции дальнейших творческих успехов, инициатив в развитии гальванотехники отечественного машиностроения. Желаем доброго здоровья и благополучия.

Заместитель генерального директора ЦНИИАГ
Начальник лаборатории материаловедения
С. Г. Янпольский
С. А. Нейбург

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД
ЛЕПСЕ
(ОАО - ЛЕПСЕ -)
Октябрьский проспект, 24, г. Киров, 610006
ТЕЛЕКС: 172179 Киров ТЕЛЕФАКС: (8332) 23-71-47
ТЕЛЕФОН: (8332) 23-74-47
www.lepse.com, E-mail: Lepse@lepse.kirov.ru
ОКПО 07509111 ОГРН 1024301310703
ИНН / КПП 434500030 / 434501001
02.04.2012 10-18/1534

Редакционной коллегии журнала
«Гальванотехника и обработка
поверхности»
125047, Москва, Миусская пл., д.9
Тел.: 8(499)978-59-90
Факс: 8(495)609-29-64

**К 20-летию журнала
«Гальванотехника и обработка поверхности»**

Сердечно поздравляем коллектив редакции журнала, его создателя, вдохновителя, генератора идей и бесценного редактора, профессора Кудрявцева Владимира Николаевича со славной датой: двадцатилетием журнала «Гальванотехника и обработка поверхности»! За время выхода журнала стал лидирующим изданием для гальванотехников России. Он интересен ученым, занимающимся исследованиями и разработками процессов электроосаждения, заводским технологам, а также бизнесменам, работающим в области металлообработки и покрытий.

Редакция журнала во главе с главным редактором ведет очень грамотную политику в области продвижения журнала, проводит его презентацию и продажу на всех конференциях, семинарах и выставках в области гальванотехники, размещает информацию о журнале в Интернете, делает журнал доступным для всех категорий читателей.

Мы горимся тем, что имеем возможность публиковать в журнале материалы о нашем предприятии. Мы намерены делать это и в дальнейшем, будем стараться поддерживать журнал и рекламными публикациями.

Нам журналу «Гальванотехника и обработка поверхности» долголетия и творческих удач, а также трудиться над его выпуском - крепкого здоровья и успехов!



Имя
ный директор ООО «КОМЕТ»

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Вятский государственный университет»**

Ректорат и кафедра технологии электрохимических производств Вятского государственного университета рады поздравить редакцию любимого журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» с 20-летием напряженной и плодотворной работы!

Журнал для нас является источником научной и технологической информации о современном состоянии теории и практики гальванического производства, трибуной для серьезных, взыскательных, но доброжелательных дискуссий, площадкой для публикации научных результатов, профессиональной экспертизы наших

ЖУРНАЛ «ЭЛЕКТРОХИМИЯ»
Russian Journal of ELECTROCHEMISTRY
Russian Academy of Sciences
Российская Академия Наук

Главному редактору журнала
«Гальванотехника и обработка поверхности»
Профессору В.Н. Кудрявцеву

Глубокоуважаемый Владимир Николаевич!

Редколлегия журнала «Электрохимия» сердечно поздравляет Вас и всех участников создания журнала «Гальванотехника и обработка поверхности» с замечательным юбилеем 20-летием журнала.

Гальванотехника является одним из важных разделов электрохимии, а Ваш журнал - ведущим научно-практическим и прикладными знаниями и полезными советами по решению сложных задач, возникающих при реализации гальванических технологий в производстве. Высокий авторитет журнала подтверждается тем, что он входит в список журналов, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для публикации основных результатов докторских и кандидатских диссертаций. Специально необходимо отметить большое внимание, которое журнал уделяет вопросам защиты окружающей среды.

Кроме статей с результатами научных исследований, ответов ведущих специалистов на самые разные насущные вопросы работников производств читатели журнала находят современную и полезную информацию о выставках, конференциях, семинарах, новых книгах по гальванотехнике и обработке поверхности. Журнал активно пропагандирует систематически проводимые в РХТУ им. Д.И. Менделеева курсы повышения квалификации в области гальвано-техники и обработки поверхности.

Ведущие российские и зарубежные фирмы публикуют рекламы своих достижений в Вашем журнале.

Ряд полезных книг по вопросам гальванотехники и обработки поверхности был опубликован в качестве приложений к журналу. Ваш журнал имеет очень интересный и полезный интернет-сайт.

Глубокоуважаемый Владимир Николаевич, коллеги, создающие журнал «Гальванотехника и обработка поверхности», желаем Вам творческого долголетия, процветания и успехов в деле формирования высококвалифицированной научно-технической интеллигенции нового поколения

Редколлегия журнала «Электрохимия»

курс новых достижений и гальванотехники, узнаем о их типах оборудования, как проведения конференций

те информации, в сроки ную полиграфию.

е подпиши на английском ативным для зарубежного

и вместе порадоваться и

рнала, за их неустанный ами глубоко и искренне

та популярности и

Литвинцев С.Г.

Ишкина С.В.

Главный редактор
Заместитель

Имен:
гл. металлургии Рагозин
тел.: (8332) 23-56-22
e-mail: rav@lepse.kirov.ru

Совершенные поверхности наша страсть

Озеро Мэтесон в Новой Зеландии имеет идеальную поверхность. Природа и окружающие горы отражаются в нем один к одному. Совершенство природы является идеальным образцом для подражания при создании наших покрытий.

«Юмикор Электроплатинг» является мировым лидером в создании процессов электролитов и анодов, используемых для облагораживания поверхностей. Будь то ювелирные изделия, автомобильная индустрия или коммуникационные технологии (электроника, печатные платы и т.п.) - мир функциональных покрытий и покрытий благородными металлами предлагает бесконечные возможности.

www.umicore-galvano.com



The world of noble
and functional surfaces



Для нее
- это удобная «молния».

Для нас
- это функциональное покрытие.

Основное назначение металлических покрытий состоит в эстетическом и функциональном совершенствовании поверхностей, на которые они наносятся. «Юмикор Электроплатинг» является мировым лидером в создании процессов и электролитов для технологий финишной обработки поверхностей. Будь то ювелирные изделия, автомобильная индустрия или коммуникационные технологии (электроника, печатные платы и т.п.) - мир функциональных покрытий и покрытий благородными металлами предлагает бесконечные возможности.

www.umicore-galvano.com

Новые процессы компании «Умикор»

«UMICORE Electroplating»

PALLUNA ACF-100 - Сплав Pd-Ni

Новый электролит для электроосаждения сплава Pd-Ni имеет следующие преимущества по сравнению с другими электролитами:

- нет испарения аммиака, нет запаха аммиака
- широкий интервал плотностей тока
- высокая скорость осаждения
- постоянное качество покрытия сплавом и состава сплава
- может заменить покрытие твёрдым золотом
- контактные свойства не хуже, чем у твёрдого золота, но сплав Pd-Ni значительно дешевле.



ARGUNA 4500 - Покрытие серебром

Новый электролит для электроосаждения ультраблестящих мелкокристаллических покрытий серебром с прекрасным сцеплением с основой, паяемостью и надежностью электрического соединения.

Электролит может применяться на линиях, в которых используются струйная технология и технология с разбрызгиванием. Покрытие может использоваться в качестве контактов на полупроводниках и электрических компонентах

Другие преимущества:

- м.б. использован как высокоскоростной электролит для селективного электроосаждения мелкокристаллических серебряных покрытий,
- очень низкое содержание свободного цианида
- используются нерастворимые аноды
- прочность соединения с другими компонентами цепи.



RUTHUNA 490 Black - Покрытие чёрным рутением

Нейтральный электролит для электроосаждения покрытий рутением от тёмно-серого до антрацитового цветов. Электролит легко эксплуатировать.

Преимущества покрытий и процесса:

- блестящие тёмные покрытия рутением не меняют цвета в процессе эксплуатации;
- высокая износостойкость, нет необходимости лакировать;
- постоянство цвета покрытия;
- электролит не содержит никеля и кобальта;
- возможно непосредственное осаждение на бронзу, медь и никель.

Эти преимущества проявляются даже при низкой концентрации рутения – всего 2 г/л.



Umicore Antitarnish 616 - «Умикор» Защита серебра от потемнения 616

Процесс защиты серебра от потемнения основан на нано-биотехнологии

Специальные нанополимеры адсорбируются на поверхности серебра и проникают вглубь покрытия на несколько нанометров с образованием защитного слоя. Этот невидимый слой защищает основной материал от окисления и потемнения.

Преимущества покрытий и процесса

- безопасность биологическая, для кожи, без аллергенов;
- непроницаемость для воды и пыли
- нанесение простым погружением
- подходит для деталей на подвесках, в автоматической линии, в барабанах.

MIRRALOY - Процесс Бронзирования

В течение более 30 лет сплав медь-олово-(цинк) используется как альтернатива никелевым покрытиям для электрических контактов, в аксессуарах для одежды и в бижутерии.

Сплав может быть как белого, так и жёлтого цветов. Электролиты бронзирования MIRRALOY могут использоваться как для осаждения бронзы на детали на подвесках, так и в барабанах.

Другие преимущества:

- покрытия белого цвета имитируют серебро
- высокая отражательная способность покрытий
- хорошая износостойкость и коррозионная стойкость
- покрытие может работать в контакте с драгоценными металлами
- высокая твёрдость, хорошие антифрикционные свойства
- хорошие диамагнитные свойства покрытия.

PLATINODE - Аноды из Платинированного Титана

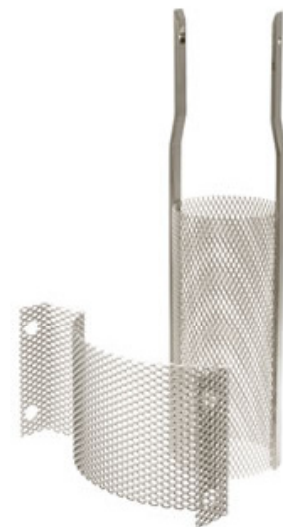
Аноды из Платинированного Титана - оптимальный выбор для процесса твёрдого хромирования.

Специальные фигурные аноды, изготовленные из титановой сетки любой необходимой конфигурации, платинируют с использованием высокотемпературного процесса. Это позволяет значительно увеличить срок службы таких анодов по сравнению с анодами, платинированными в обычных электролитах.

В саморегулирующихся электролитах хромирования, содержащих фториды, рекомендуется использовать платинированные ниобиевые аноды.

Преимущества анодов:

- возможна любая конфигурация;
- позволяют получить равномерную толщину хромовых покрытий на деталях сложной формы;
- могут использоваться при высоких плотностях тока;
- отсутствует анодный шлам;
- возможность восстановления изношенного платинового покрытия.



All Plastic CALORPLAST Heat Exchangers Все пластмассовые теплообменники фирмы КАЛОРПЛАСТ



Shell and Tube Heat Exchanger
Жидкостно-жидкостный теплообменник

Immersion Heat Exchanger
Погружной теплообменник

Heat Exchangers for the Galvanic Industry made of PVDF, PP and PE
for Heating and Cooling of all Plating Tank Fluids
Теплообменники для гальванического производства - изготовленные из PVDF, PP или PE,
для подогрева и охлаждения любой жидкости в гальванических ваннах.



CALORPLAST WÄRMETECHNIK GMBH

D-47704 Krefeld · Postfach 100411 · D-47803 Krefeld · Siempelkampstr. 94
Phone 00 49 (21 51) 87 77-0 · Fax 00 49 (21 51) 87 77-33
E-Mail: info@calorplast.de · Internet: www.calorplast.de

Marketing organisation world-wide in A, AUS, CH, E, F, GB, I, JP, NL, ROK and USA.
Please call us for further information

Международная сеть дистрибуторов и дилеров в Австралии, Австрии, Великобритании, Испании,
Италии, Нидерландах, Республике Корея, США, Франции, Швейцарии и Японии.
Позвоните нам для получения дополнительной информации.

ГальваноТехник Лейпциг ГмбХ

вновь в России

Оборудование для всех видов
гальванических процессов



Представительство в Москве
Москва, ул. Каспийская, дом.2, корп.1, стр.3
Тел: + 7 (495) 955 94 71
Моб: + 7 (916) 990 06 49
E-mail: TsaryukVR@mtf.ru
www.galvanotechnikleipzig.de

**GALVANO
TECHNIK
LEIPZIG**





Щелочное цинкование

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

Слабокислое цинкование

ЛГ-50 (А, И) ЛГ-09 (А, Б)

Цианистое цинкование

ДС-З

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



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



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 бондированию.
- **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.
- Поплавок 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



Открытое акционерное общество
"Тамбовгальванотехника имени С.И. Лившица"

392030, РФ, г. 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>

Открытое акционерное общество «Тамбовгальванотехника» имени С.И. Лившица основано в 1941 году, с 1961 работает в области гальванопроизводства и по сегодняшний день является единственным в стране специализированным предприятием по проектированию и изготовлению автоматических и механизированных линий, а также другого оборудования для нанесения гальванических, химических и анодизационных покрытий.

За время работы специалистами завода спроектировано, изготовлено и внедрено на предприятиях страны и за рубежом более 8000 гальванических линий. Кроме того, на предприятии выпускаются очистные сооружения для гальваностоков, системы защиты атмосферы гальванических цехов (специальные защитные камеры с вентиляционной системой) и очистки вентиляционных выбросов, позволяющие комплексно решать вопросы, связанные с сохранением экологической безопасности среды, экономией дорогостоящих материалов и водных ресурсов. Также ОАО «Тамбовгальванотехника» имени С.И. Лившица изготавливает воздуховоды для приточной и вытяжной вентиляции из различного материала (полипропилен, нержавеющая сталь, оцинкованная сталь) и различного сечения, фильтры волокнистые разной производительности для санитарной очистки аспирационного воздуха отходящего от гальванических ванн и дополнительно доукомплектовать их емкостью для гидрозатора.

За период своей деятельности при проектировании гальванического оборудования получено 84 авторских свидетельства на изобретения, 3 патента на изобретения и 6 свидетельств на промышленные образцы.

Сегодня любое изделие проектируется, изготавливается и сдается заказчику под его конкретные технические условия.

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

1. Линии автооператорные автоматические и механизированные.

2. Линии кареточные овальные подвесочные, конвейерного типа.

3. Системы управления. Режим работы – ручной, механизированный автоматический. Управление автооператорами, плавный разгон и торможение. Контроль температуры, уровня концентрации раствора в ваннах, управление выпрямителями, световая и звуковая сигнализации.

4. Ванны для подготовки поверхности и нанесения покрытий. В зависимости от требований процесса ванны оборудуются кожухами вентиляции, барботерами, элементами нагрева или охлаждения, токоподводящими элементами, крышками, механизмами качания штанг. В зависимости от агрессивности раствора ванны изготавливаются из сталей углеродистых или нержавеющей, титана, полипропилена, полиэтилена, футеруются поливинилхлоридным пластикатом, фторопластом.

5. Установка хромирования длинномерных штоков УГ-4. Размер штока: диаметр – 80-100 мм; длина – 2500-10000 мм. Производительность до 1000 шт./год. Конструкция запатентована.

6. Комплексы для очистки сточных вод (КОС) гальванического производства базируются на следующих методах очистки: реагентный, электрокоагуляционный, ионообменный, сорбционный, электрофлотационный. Данные методы очистки применяются в зависимости от требуемой производительности комплекса, необходимостью замкнутого или частичного водооборота, исходных концентраций загрязняющих компонентов в стоках, требований региональных природоохранных организаций по ПДК загрязняющих компонентов в очищенной воде при сбросе её в канализацию, и согласно другим требованиям заказчика.

- модуль доочистки; - вакуум-фильтр барабанного типа; - фильтр-пресс.

7. Средства малой механизации:

- ванны колокольные ВК-5, 10, 20, 40М. Объем колокола – 5, 10, 20, 40 литров; - установка барабанная УПН-3 для покрытия мелких деталей насыпью. Загрузка в барабан: по массе – 40 кг; по поверхности – 6 м²; - колокол наливной КН-6, 12 объем колокола – 6, 12 дм³;

8. Автооператоры подвесные, порталные и консольные грузоподъемностью от 50 – 1000 кг;

9. Барабаны для нанесения гальванических и химических покрытий различных типоразмеров и перфорацией из полипропилена, нержавеющей стали.

10. Барабан переносной БП-2 объем – 2,3 дм³. загрузка – до 2,5 кг.

11. Корзины титановые для анодов различных типоразмеров и перфорацией.

12. Сушильные камеры с интенсивным процессом сушки, с осциллирующим барабаном для сушки мелких деталей насыпью, а также сушильные камеры и сушильные шкафы по заданию заказчика.

13. Фильтровальные установки для фильтрации серноокислых медных и никелевых, кислых (кроме хромовокислых), щелочных, аммиачных и цианистых электролитов от механических загрязнений.

14. Насосы химстойкие для перекачивания серноокислых медных и никелевых, кислых (кроме хромовокислых), щелочных, аммиачных, цианистых и нейтральных растворов.

15. Запасные части для различных узлов гальванического оборудования.

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ

О курсах повышения квалификации.

On the training courses for plating engineers organized at the Mendeleev University of Chemical Technology

ВОПРОС: Курсы повышения квалификации по гальванике в Москве проводят две организации – Менделеевский институт вместе с менделеевским обществом и Московское общество машиностроителей.

Какая между ними разница и какие из них вы посоветуете?

ОТВЕТ: Московское Научно-Техническое Общество Машиностроителей не проводит курсы повышения квалификации по гальванотехнике. Эта организация называет курсами обычные семинары рекламного характера, никакого отношения к повышению квалификации не имеющие. На семинарах выступают представители компаний, рекламирующие продукцию, которую они поставляют гальваническим цехам (информация получена от нескольких слушателей "курсов" Московского общества машиностроителей).

Сегодня в России единственные официальные курсы повышения квалификации специалистов в области гальванотехники и аналитического контроля гальванических процессов с 2002 года проводят Московское химическое общество имени Д.И. Менделеева и Российский Химико-Технологический Университет имени Д.И. Менделеева. Обе эти организации имеют государственные лицензии и право после окончания курсов выдавать удостоверение государственного образца о прохождении курсов повышения квалификации. Занятия проводят ведущие российские специалисты в области гальванотехники и анализа гальванических электролитов, кандидаты и доктора наук по указанной специальности. Все они тесно связаны с промышленностью, прекрасно знают гальваническое производство, его проблемы и пути их решения. Все они имеют десятки, а некоторые и сотни внедрений в российскую и зарубежную промышленность.

За прошедшие годы более 800 предприятий направили своих представителей на курсы повышения квалификации.

Программы курсов публикуются в каждом номере настоящего журнала и на интернет-сайте Российского общества гальванотехников galvanicrus.ru.

*Руководитель курсов
проф. В.Н. Кудрявцев*

О причинах брака матового никелевого покрытия на алюминии.

On the causes of blistering in nickel coating deposited on Al

ВОПРОС: Здравствуйте! помогите разобраться в причине брака матового никеля по алюминию, серноокислый электролит. Суть причины брака, после покрытия образуются огромные пузыри, когда срезаешь пузырь металл светлый, а само покрытие внутри черное. Полностью сменили всю подготовку, (Травление, осветление, цинкатную подготовку), по анализам ванна никелирования в норме. Пожалуйста, ПОМОГИТЕ. Заранее спасибо.

PS. если потребуется, могу предоставить фотографии бракованных деталей.

ОТВЕТ: Нанесение гальванических покрытий на алюминий сопряжено со значительными технологическими трудностями. Причинами этих трудностей являются:

- высокое сродство алюминия к кислороду. Поверхность этого металла всегда покрыта оксидно-гидроксидной пассивной плёнкой;
- высокая электроотрицательность алюминия, приводящая к контактному выделению на его поверхности других более положительных металлов в виде **рыхлой и плохо сцеплённой плёнки**;
- наличие в алюминии значительного количества микропор и оклюдированного в них водорода;
- существенное различие коэффициентов температурного расширения алюминия и металлов покрытия.

Все вышеперечисленные причины прямо или косвенно препятствуют прочному сцеплению осаждаемых покрытий с поверхностью деталей из лёгких металлов.

Основной причиной появления пузырей является низкое качество сцепления покрытия с основой. **Прочность сцепления зависит от правильности подготовки поверхности алюминиевой детали.** Технология подготовки в первую очередь зависит от марки алюминиевого сплава и способа изготовления детали.

Наименьшее количество проблем возникает при нанесении покрытий на детали из чистого катанного алюминия. Значительно больше проблем возникает при нанесении покрытий на литые высококремнистые алюминиевые сплавы.

Литые детали нужно с осторожностью подвергать операциям шлифования и полирования. Нельзя допускать съёма значительной толщины поверхностного слоя с литых деталей. Дело в том,

что в современных литевых машинах кристаллизация металла проводится при принудительном форсированном охлаждении литевых форм. Сначала кристаллизация проходит с поверхности детали. В результате на поверхности быстро образуется твёрдая, довольно плотная, беспористая литейная корка. При дальнейшей кристаллизации глубинных слоёв происходит термическая усадка металла, которая затруднена из-за наличия уже плотной застывшей поверхностной плёнки. В результате глубинные слои бывают значительно более пористые, чем поверхностная литейная корка. Снятие этой корки при шлифовании приводит к выходу на поверхность внутреннего пористого слоя, который может впитывать коррозионно-агрессивный электролит. В дальнейшем, вследствие коррозионных процессов в порах выделяется водород, приводящий к отслаиванию покрытия и образованию пузырей.

Конечной целью подготовительных операций является нанесение на очищенную от оксидной плёнки поверхность алюминия тонкого, плотного и обязательно равномерного по толщине слоя контактно осаждённого цинка. По этой причине все подготовительные операции должны способствовать достижению этой цели.

Травление. На реальных деталях толщина оксидной плёнки, как правило, различна. На механически обработанных поверхностях оксидная имеет меньшую толщину, на необработанных поверхностях оксидная плёнка более толстая и загрязнённая. Травление преследует цель полного снятия неравномерной по толщине естественной оксидной плёнки. **Разница в толщине оксидной плёнки на различных участках детали недопустима,** так как при последующей цинкатной обработке на свежеработанных поверхностях тонкая оксидная плёнка растворится быстрее и толщина контактного цинка на них будет больше, чем на участках, где оксидная плёнка была более толстой и грязной. Чем толще слой рыхлого контактно осаждённого цинка, тем хуже будет сцепление никеля с основой. С другой стороны, слишком тонкий слой контактного цинка или его частичное отсутствие также приведут к плохому сцеплению и отслаиванию никелевого покрытия. Операцию травления обычно проводят в 10÷15 %-ном растворе NaOH. При последующей промывке оксидно-гидроксидная плёнка образуется вновь, но её толщина будет равномерной по толщине вне зависимости от наличия и вида механической обработки.

Исходную загрязнённую и неравномерную по толщине оксидную плёнку обычно снимают путём длительного и интенсивного травления. Но в этом случае на поверхности алюминиевых сплавов образуется много травильного шлама, который, в свою

очередь, снимают в специальных растворах смеси азотной и плавиковой кислот. Кроме того, в результате длительного травления поверхность алюминия разъедается, что сказывается на качестве последующего электролитического слоя никеля.

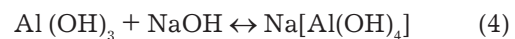
Для понимания причин плохого сцепления и образования пузырей рассмотрим процессы, происходящие при цинкатной обработке более подробно. В процессе цинкатной обработки алюминиевых деталей может быть выделено два этапа:

На первом этапе под воздействием щелочи происходит растворение пассивной плёнки, состоящей из гидроксидов и оксидов алюминия, с образованием алюмината:

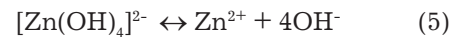


На втором этапе на поверхности алюминия, освобождённой от оксидной плёнки, происходит контактное выделение цинка, которое рассматривается как электрохимический процесс.

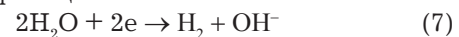
На *анодных участках* растворяется алюминий с образованием алюмината:



На *катодных участках* восстанавливается цинк из цинкатного комплекса:



В начальный период второго этапа на катодных участках совместно с цинком выделяется водород по реакции



Реакция (7) нежелательна, так как вследствие наличия в алюминии микропор водород проникает в них, что впоследствии может являться причиной образования пузырей водорода в никелевом покрытии. Поскольку перенапряжение выделения водорода на цинке велико, то по мере зарастания поверхности алюминия цинком выделение водорода практически прекращается.

Несмотря на использование комплексных щелочных растворов, скорость контактного восстановления цинка настолько велика, что продолжительность цинкатной обработки должна составлять всего несколько секунд. Проведение таких кратковременных операций на подвесочных линиях технически осуществить очень трудно. Дело в том, что нижние детали погружаются в раствор первыми, а выходят из раствора последними, поэтому время обработки нижних деталей всегда больше, чем верхних. Время подъёма и опускания подвески составляет до 20 секунд, что сопоставимо с длительностью технологической операции.

Для того чтобы решить эту проблему, необходимо снизить скорость контактного осаждения цинка. Затормозить процесс осаждения цинкового подслоя, делая его при этом более плотным и компактным, можно путём введения в раствор цинкатной обработки так называемых модификаторов: сульфида натрия (0,5÷5 г/л), сегнетовой соли (10÷20 г/л), хлорного железа (1÷2 г/л) или нитрата натрия (\approx 1 г/л). Сегнетова соль (калий-натрий виннокислый) выполняет роль дополнительного комплексообразователя, а другие добавки, являясь пассиваторами, сдвигают потенциал покрываемой поверхности в положительную сторону и благодаря этому тормозят скорость контактного восстановления.

Состав раствора для цинкатной обработки зависит от вида обрабатываемых сплавов. Для алюминия и деформируемых сплавов рекомендуется следующий состав (г/л): ZnO 90 ÷ 100, NaOH 350 ÷ 600, Na_2S 0,5 ÷ 5,0, t° 18 ÷ 25 °C.

Продолжительность обработки зависит от состояния поверхности алюминия и составляет от 6 до 60 секунд (увеличение времени обработки более 60 секунд приводит к образованию довольно толстой и рыхлой плёнки, что нежелательно).

С целью улучшения структуры, плотности и равномерности плёнки контактного цинка часто проводят *двукратную цинкатную обработку* с промежуточным снятием первично осаждённого цинка в азотной кислоте с концентрацией 450 ÷ 470 г/л. Двукратное осаждение цинка необходимо проводить в тех случаях, когда на поверхности алюминиевых деталей в результате *локальной* механической обработки имеются места как с толстой «застарелой» оксидной плёнкой (необработанные места), так и с тонкой плёнкой, образовавшейся сразу после механической обработки.

Причина повышения качества цинковой плёнки при её двукратном осаждении заключается в следующем. Из-за неравномерности толщины оксидной плёнки первичное осаждение цинка на алюминии начинается не одновременно по всей поверхности, а по мере растворения оксидной плёнки в щелочном растворе, поэтому толщина контактно осаждённого цинка также неравномерна. На участках с более тонкой оксидной плёнкой слой контактного цинка получается толстым и рыхлым. На участках с толстой оксидной плёнкой контактный цинк вообще не успевает осадиться. После первичной цинкатной обработки детали обрабатываются в растворе азотной кислоты. При этом растворяется не только ранее осаждённый цинк, но и остатки нерастворившейся оксидной плёнки. Благодаря этому при повторной цинкатной обработке равномерность слоя контактного цинка оказывается значительно выше.

Длительность первичной цинкатной обработки составляет 30÷60 секунд, вторичной - 10÷15 секунд. **Контактно осаждённый цинк должен быть достаточно тонким и, ни в коем случае, не рыхлым.** Цвет его должен быть светло-серым.

Сцепление никелевого покрытия с алюминием может быть улучшено путём кратковременной термической обработки при температуре 220 ÷ 230 °C. Лучше термообработку проводить в вакууме, так как в этом случае никель не окисляется и не возникает проблем с его активацией перед нанесением последующих слоёв, например, хрома.

Технологический процесс рекомендуется проводить в следующей последовательности.

• **Травление в 10÷15%-ном растворе щёлочи.**

Время травления в свежем растворе, как правило, не менее 3 минут. По мере выработки раствора время можно увеличить до 4 минут. Сначала водород начинает выделяться на тех местах, где оксидная плёнка более тонкая. Процесс считается законченным, когда со всей поверхности детали начинает интенсивно выделяться водород. При последующей промывке на поверхности образца образуется равномерный оксидно-гидроксидный слой.

Иногда в случае наличия значительных жировых загрязнений операцию травления совмещают с операцией обезжиривания. Не рекомендуется вводить в раствор тринатрийфосфат, т.к. некачественно смытая плёнка тринатрийфосфата в дальнейшем может препятствовать сцеплению покрытия с основой.

• **Двукратная промывка.** Концентрированные щелочные растворы довольно плохо смываются с поверхности раствора, поэтому промывка должна быть тщательной и желательна в тёплой воде.

• **Осветление (снятие травильного шлама).**

В процессе травления поверхность алюминия покрывается тёмно-серым налётом травильного шлама, состоящего из крупных зёрен металла, потерявших связь с основой, но ещё не успевших полностью раствориться. Кроме того, в процессе травления на поверхность алюминия выходят легирующие компоненты алюминиевых сплавов. Снятие травильного шлама (осветление) проводят в 50%-ном растворе азотной кислоты или в растворе 100 г/л CrO_3 и 15 г/л H_2SO_4 . Кремнийсодержащие сплавы необходимо осветлять в смеси азотной и плавиковой кислот.

• **Двукратная тщательная промывка.**

• **Цинкатная обработка.** В зависимости от состояния поверхности алюминиевой детали цинкатная обработка проводится однократно или двукратно. Один из вариантов состава раствора для цинкатной обработки может быть следующим (г/л): ZnO 90÷100, NaOH 450÷600, Na_2S 0,5÷5,0. Продолжительность первой обработки составляет 15÷30 секунд, продолжительность второй - 10÷15.

Увеличение времени обработки выше указанных верхних пределов приводит к получению толстой и рыхлой плёнки.

Как уже указывалось, после первичной цинкатной обработки детали обрабатываются в растворе азотной кислоты. При этом растворяется не только ранее осаждённый цинк, но и остатки не растворившейся оксидной плёнки. Благодаря этому при повторной цинкатной обработке равномерность слоя контактного цинка оказывается значительно выше.

• Двух - или трёхкратная промывка. С поверхности образца необходимо полностью удалить высококонцентрированный вязкий слой щелочного раствора. Промывку желательнее проводить быстро, но качественно. Недопустимо трение деталей друг о друга, так как это может привести к истиранию тонкого «нежного» слоя контактного цинка. Некачественная промывка приведёт к появлению гидроксидов никеля на поверхности деталей при погружении их в электролит никелирования. В результате никелевое покрытие будет тёмным и рыхлым и плохо сцеплённым с основой.

Электролитическое нанесение никеля. Осаждение никеля можно проводить в стандартном сернокислом электролите никелирования. Поскольку плёнка контактного цинка очень тонкая и активная и легко растворяется в кислых и щелочных растворах, то после цинкатной обработки загрузку подвесок с деталями в ванну никелирования желательнее производить «под током». В противном случае за период от момента погружения в электролит деталей нижнего ряда подвески до момента контакта катодной штанги с токонесущими опорамиловителями (до 10 секунд) значительная часть контактно осаждённого цинка может раствориться в кислом электролите никелирования и на поверхности алюминиевых деталей вновь образуется препятствующая сцеплению пассивная плёнка.

• Двукратная промывка.

• Сушка.

• Термообработка. Термообработку можно проводить в сушильном шкафу при температуре 200÷220°C. В процессе нагрева контактно осаждённый цинк диффундирует в алюминиевую основу, что благоприятно сказывается на сцеплении покрытия. Как говорилось выше, термообработку лучше проводить в вакууме.

к.т.н. Мамаев В.И.

Об аттестации гальванического оборудования.

On the standartization plating equipment

ВОПРОС: Добрый день, интересует вопрос, требуется ли аттестация гальванического оборудо-

ования ванн, линий и есть ли нормативные документы, в которых представлен перечень оборудования, подлежащего аттестации. Вопрос об аттестации ставят заказчики, ранее гальваническое оборудование на нашем предприятии никогда не аттестовывалось. Проверка приборов, ППР осуществляется регулярно.

*Чусовитина Любовь Викторовна;
г.Новосибирск, ОАО "НИИИП-НЗиК"*

ОТВЕТ: К сожалению, я не знаю документов, в которых бы прямо указывалось на необходимость «аттестации гальванического оборудования». Кроме того, термин «аттестация» очень расплывчат.

Выпрямители, контрольно-измерительная аппаратура, системы автоматизации и т.д., подлежат проверке в установленном для них порядке (метрология). Мероприятия, связанные с охраной труда (ПДК в рабочей зоне и т.д.), также проводят службы предприятия.

Что касается основного оборудования, то это может быть «дефектологическая ведомость», которую составляют службы эксплуатации Вашего предприятия. Эти ведомости определяют необходимость и объемы профилактических работ (мелкий средний ремонт) или необходимость полной замены оборудования.

Если Вы имеете ввиду «аттестацию рабочих мест», то этот вопрос прежде всего юристов и администрации предприятия (расчет размеров страхования).

Если задача будет конкретизирована, постараюсь ответить на Ваши вопросы.

д.х.н. Харламов В.И.

О наполнении анодной плёнки на алюминии.

On the sealung anodic Al-film

ВОПРОС: Здравствуйте. Можно ли наполнять анодную пленку, полученную в хромовокислом электролите, в растворе хромпика (бихромат калия (натрия) и едкий натр). Приведет ли это к улучшению антикоррозионных свойств данной пленки.

ОТВЕТ: Добрый день! Наполнять анодную пленку в растворе хромпика можно (только без едкого натра, потому что щелочная среда будет растворять анодный оксид). Но большого эффекта это не даст, так как покрытие, полученное из хроматного электролита, малопористое, сравнительно тонкое и наполняется в незначительной степени.

к.х.н. Скопинцев В.Д.

УДК 621

Успехи гальванотехники*
Обзор мировой специальной литературы за 2010-2011
годы

Елинек Т.В., Штайнхайм ан дер Мурр
Advances in Metal Finishing - An Assessment of the
International Literature 2010-2011

Jelinek T.V., Steinheim an der Murr
Fortschritte in der Galvanotechnik - Eine Auswertung der
internationalen Fachliteratur 2010-2011
Jelinek T.W., Steinheim an der Murr

Согласно публикациям в специальных журналах мотивы, приводящие к общему прогрессу в индустрии и смене приоритетов за период 2010-2011г., связаны с созданием продукции при минимальном использовании ресурсов. При этом одной из целей является создание продукции при сокращении наполовину потребления энергии и сырьевых ресурсов до 2030 года без снижения уровня жизни [472]. Эта целевая установка находит все большее применение в гальванотехнике, как следует из многочисленных публикаций, посвященных проблемам экономии энергии и природных ресурсов. Благодаря междисциплинарному характеру гальванотехники значение этих усилий имеет особую важность, потому что касается, как позже будет показано, не только собственной гальванической продукции, но в большей мере областей, в которых гальванические покрытия и методы обработки применяются в новой технике и при разработке новых продуктов. Только в автомобильной промышленности, одной из крупнейших групп заказчиков гальванических предприятий, примером может служить проблема защиты от коррозии легких металлических конструкций автомобилей [332] или гальванические способы модификации для снижения потерь, связанных с трением в приводе. Аналогичные проблемы модификации поверхности существуют в электропромышленности, в производстве ветряной энергии [610], в фотоэлектрических системах и во множестве других инновационных и актуальных областях. В то же время, кризис последних лет и

низкая загруженность производства позволили во многих случаях оптимизировать установки и оборудование [150, 388]. Нехватку специалистов пытаются компенсировать улучшением кадровой [311] и обучающей [447] политики, направленной на быстрое внедрение инноваций. В этой связи в гальванотехнику поступает большое количество заказов. При этом имеет преимущество не только такая сильная сторона гальваники, как, например, высокая скорость осаждения при относительно низкой стоимости, но также отсутствие недостатков при осаждении покрытий сложными сплавами - оба примера сравниваются с плазменным напылением [137]. Не остаются без внимания и основы электрохимической технологии [181, 310, 526]. Быстрое развитие гальванотехники в Китае даёт примеры того как быстро и с какими особыми проблемами необходимо бороться [417, 422, 457]. К приведенным заключениям приводит применение библиометрии в качестве техники количественной и качественной оценки публикаций [41]. Основываясь на рассматриваемых публикациях в специальных журналах за определенный период времени и в определенной отрасли, библиометрия позволяет оценить состояние науки и техники, их значимость на фоне общего технического развития [187, 357]. В настоящем обзоре использованы материалы из 50 специальных журналов, из них 30 немецких, 4 англоязычных, 4 русских, 2 польских, 2 итальянских и по одному французскому и нидерландскому. 20 журналов специализируются на проблемах обработки поверхностей, другие же касаются этих проблем периодически.

* Перевод обзора из немецкого журнала Galvanotechnik, 2012, 103. -№1, С. 26-47.

1. Актуальные проблемы

Способы и методы модификации поверхностей находят место почти во всех технических мероприятиях в областях энергоснабжения и энергосбережения, которые в настоящее время являются особенно актуальными и неотложными. К вопросам производства энергии относятся проблемы топливных элементов, к примеру улучшение электролитического способа производства водорода на макропористых железо-никелевых или железо-платиновых электродах [573] и сохранение водорода в капсулированных совместно с палладием углеродных нанотрубках [418]. Микросистемы снабжаются энергией от интегрированных, комбинированных вместе с накопителями топливных элементов [106, 582]. Сами микротопливные элементы могут, например, состоять из полученных методом PVD электрокерамических тонких слоев [204]. В производстве больших пластин для геотермальных станций используется специально разработанный травильный раствор [462]. Солевой расплав работает как накопитель в одной солнечной электростанции [40]. Независимое снабжение энергией измерительных и распределительных систем должно обеспечиваться микротурбинами за счет преобразования потенциальной и кинетической энергий протекающих жидкостей в электрический ток [156]. К независимому снабжению относятся также так называемые низкостоимостные термогенераторы на основе фольги, которые используют перепады температур на токопроводящем проводнике [396,606]. Интересным способом снабжения энергией является намерение Швейцарии путем локальной установки большого числа малогабаритных атомных станций (модульных реакторов) улучшить защиту и экономить на дорогостоящих накопителях [486]. Другой интересной областью применения гальванотехники с высоким потенциалом дальнейшего развития является нанотехнология с ее большими возможностями в области материаловедения [12, 47], тем более, что согласно имеющимся исследованиям, наночастицы в воздухе (например, из органического покрытия) не причиняют дополнительного вреда здоровью [303].

К актуальным проблемам относится также способ завоевания новых клиентов. Решение нашел один американский производитель лаков, организующий обмен опытом между своими клиентами, в данном случае лакокрасочных предприятий — путем взаимного экскурсионного обмена [474].

1.2. Нанотехнология

Наноструктуры на поверхности гальванических покрытий получают путем осаждения в закрытых качающихся устройствах, в которых за счет направленного движения возможно осажде-

ние большого числа зародышей [5]. Другим способом создания износостойкой структуры является осаждение композиционного покрытия с карбидом кремния [63].

В гальванических покрытиях никель-палладий-золото применение золота для обеспечения связи между слоями может быть исключено или, по крайней мере, значительно сокращено, если палладиевый слой состоит из наночастиц [86]. В наноразмерные гексагональные поры анодных оксидных слоев на алюминии осаждают медь, никель или другие металлы, например для формирования нанопроводников [378].

Керамические покрытия, образующиеся из жидкой фазы золь-гель способом [98] при комнатной температуре, обладают антистатическими маслофобными и грязеотталкивающими свойствами. При добавлении флуоресцентных веществ появляются оптические эффекты [584]. Осажденные золь-гель методом нанопокрывтия предотвращают приклеивание печатных шаблонов [605].

Царапиноустойчивые органические покрытия формируют из коррозионностойкого базисного покрытия с продифундированными наночастицами [249], они подобны царапиноустойчивым покрытиям, получаемым путем повторной обработки наноразмерными частицами кремния [16, 299, 109]. Многоцветное декоративное лакирование, производившееся до сих пор только вручную, выполняется сегодня методом тампонной печати роботами [552]. Настенная краска с наночастицами является не только «графитти-устойчивой», но и теплоизолирующей, экономящей отопление [302].

Наноразмерные частицы серебра получают из дисперсионного раствора нитрата серебра методом ультразвукового пиролиза [270, 296, 419], частицы железа — из аэрозоля раствора хлорида железа, чья концентрация определяет размер частиц [420].

Свойство нанофольг иметь значительно более низкую температуру плавления, чем толстый материал, используется при заполнении швов больших поверхностей путем нанесения на них покрытий фольгами из материалов, экзотермически реагирующих друг с другом [292]. Модифицирование эластомеров методами плазменного или магнетронного распыления повышает сопротивление истиранию, например каучука [336]. Электролитически осажденный наноразмерный оксид меди применяется в аналитике для разрушения индикаторов [371, 439].

2. Применение гальванических покрытий

Применение гальванических покрытий постоянно растет [94]. Предложения предприятий,

занимающихся обработкой поверхности, должны максимально отвечать потребностям клиентов, к тому же все чаще заказчику более важен не определенный вид обработки, а решение с помощью покрытия возникших проблем [101, 102, 271, 374]. Подобный спрос требует от самих гальванических предприятий современного производства [508]. Уже сегодня около 60% заказов на гальванических предприятиях относятся к антикоррозийным и другим покрытиям с определенными свойствами [550].

Дальнейшее увеличение производственных мощностей по обработке поверхности происходит в направлении предприятий-сопоставщиков, ранее не участвовавших в данном производстве и сейчас налаживающих его у себя [603].

2.1. Автомобили, самолеты, ветрогенераторы

Для уменьшения веса в автомобилестроении требуется одновременно обеспечить равномерную обработку поверхности для металлических конструкций, усиленных пластмассами с волокнистыми наполнителями [273]. Выбор коррозионной защиты различных материалов должен также учитывать надежность монтажа [503]. Проблемы коррозионной защиты и износостойкости магния относительно решены [96]. Для специальных магниевых деталей используются легирующие присадки редких земель [471]. Винтовые соединения в легких конструкциях подлежат особому контролю нагрузки и поэтому требуют особенно высокой коррозионной стойкости [144]. Существует симуляционная модель исследования нагрузки облегченных автомобильных узлов и соединений [272], металлических деталей [349] и электронных узлов [512].

Сильно нагруженный штамповочный инструмент, используемый для деформирования тонких пластин из особо прочной стали, улучшают PVD-обработкой [209] или гальваническим покрытием [385]. Разрабатываются технологии изготовления деталей из упрочненного волокнами полимера, исключаяющие ручной труд [614]. Внедряются также алюминиевая пена или пластинчатые конструкции с полимерными прослойками, имеющими гальванические покрытия [381].

При замене стали на легкие полимерные пружины в пластмассовых сильфонах отпадает (как дополнительное преимущество) прежде необходимая коррозионная защита покрытием Zn-Ti [608]. Производство мембран из нержавеющей стали, покрытых нитридом титана для датчиков давления в двигателях сгорания, описывается в [237].

В производстве сложных и особо точных деталей, например, при производстве топливосберегающих дизельных двигателей обработка режущим инструментом успешно заменяется элект-

роэрозионной обработкой [21]. Масштабируемая монтажная система облегчает быструю сборку электромашин различных объемов производства [459].

Изучение причины выхода из строя электрических контактов, прежде всего в моторном отсеке, показало, что оловянное покрытие в условиях без высокой влажности и агрессивного окружения можно использовать только до 125°C, в противном случае необходима его замена на позолоченное [66].

Нанесение напылением защитной фольги используется в качестве временной защиты от коррозии перед отправкой машин заказчикам [612]. Разработан специальный способ нанесения органического покрытия на лопасти ротора ветрогенератора до 65 м длины [212]. Специальная структура лака уменьшает сопротивление воздушного потока летательных аппаратов [440].

2.2. Машиностроение, материалы, производство

Все большее значение приобретают детали для медицины и биотехнологии, чье производство увеличивается за счет стереолитографии и, частично, за счет гальванических покрытий [18]. Формование с применением комбинированного способа протонной литографии и гальванотехники имеет большие преимущества по сравнению с классическим ЛИГА-способом [115, 298, 337, 397], для этого способа разработан новый электролит для осаждения рений-никелевого покрытия [297]. При электрохимическом (размерном) растворении при подаче электролита через форсунку (Jet-EMC) (EMC, Electrochemical Machining) возможно достижение высокой скорости снятия поверхностного слоя и создания тонкой структуры [69]. Новый набор инструментов для селективной гальванотехники облегчает ее применение для исправления дефектов покрытий и для других целей [82].

За счет вновь разработанного способа нанесения порошкового покрытия из расплава электронным лучом на литейные детали, наносят устойчивые к истиранию покрытия [97]. Нанесенные в вакууме износостойкие покрытия нитрида хрома заменяют двойные покрытия из карбида хрома и гальванического никель-вольфрамового [191]. В перхлоратных растворах в присутствии добавок на основе молочной кислоты возможно осаждение особо стойких к истиранию покрытий, содержащих кадмий и его металлоорганические соединения [617].

Среди возможных заменителей свинец-содержащих арматурных латуней лучшим для гальванического осаждения является сплав с 1% висмута [213]. Лазерной обработкой улучшают антифрикционные характеристики нержавеющей стали [223]. Высоконагруженные штамповочные инструменты из высокопрочной стали и твердых

алюминиевых сплавов, покрытые самосмазывающимся PVD-(CrAlW)N-слоем, сохраняют дольше свои характеристики [449, 473].

Ионное травление не ухудшает коррозионной стойкости термически нанесенных титан-нитридных покрытий [23].

2.3. Электроника, солнечные элементы, электротехника

На печатных платах иммерсионное осаждение заменяется химическим осаждением финишного серебряного покрытия [31]. В новых электролитах возможна тонкая металлизация отверстий печатных плат взамен толстой, а поэтому требующей последующего тончайшего осаждения меди [320, 361]. Сплавы SnBiAg, являющиеся заменой припоев, содержащих свинец, вследствие их низкой температуры плавления предпочтительнее припоев из олова, серебра и меди [217]; существуют однако случаи, в которых невозможна замена свинцовых припоев, например в случаях висцерообразования [97].

В электролитическом производстве медных фольг для печатных плат и литиевых батарей, имеется новый способ, облегчающий последующую обработку штамповкой и травлением [583]. Исследование трения скольжением в контактных соединениях из посеребренной меди показало, что это объясняется в основном оторванными частицами серебра [142]. В магнитных контактах для операций включения/выключения дорогие родиевые покрытия заменяют на никелевые сплавы [548].

Прозрачные, проводящие и стойкие к истиранию покрытия для тонкослойных фотоэлементов производятся в основном вакуумным способом; существует, однако, золь-гель-способ, обладающий определенными преимуществами [152, 393] и другие альтернативные способы [394]. В соответствии с проведенными исследованиями дорогие покрытия сплавом олово-индий заменяют на гальванические серебряные [215, 216]. Особенно выгодными являются ячейки с покрытиями оксида титана и олова [505]. Алюминиевые графиты для электронных устройств в грузовых машинах, подвергающиеся длительной термической нагрузке, гальванически покрывают никелем и золотом [510]. Существуют проблемы снабжения электронной промышленности драгоценными металлами [269]. Термическое старение золото-кобальт и золото-никель покрытий на контактных соединениях является диффузионно-зависимым и это старение можно предотвратить нанесением промежуточного палладиевого покрытия [428, 466]. Оксид кремния на кремнии без образования промежуточной мешающей фазы возможно получить с помощью Plasma-Crackers [52].

2.4. Медицина

Требования к внешним поверхностям медицинских приборов разнообразны: от дезинфекционных свойств покрытий до экранирования электрических полей [211]. При использовании кислотных очистителей твердая и устойчивая в дезинфекционных растворах сталь для медицинских щипцов становится серой из-за оксида хрома [225]. Серебряные покрытия на дверных звонках и в местах частых контактов с человеком в больницах уменьшают вероятность бактериальных инфекций [504]. В отличие от посуды из нержавеющей стали, хром не переходит в раствор после 30 часов варки в эмалированной посуде [207].

Титановые имплантаты становятся биологически совместимыми после плазменного химического оксидирования [78, 288]. Хорошие результаты получают после анодирования в сернокислом растворе с добавками сульфата меди [370, 383]. Электрофоретически осажденные кальциево-фосфатные нанопокрывтия ускоряют процесс восстановления костной ткани [367, 468]. Необходимую гладкость поверхности коленных имплантатов получают путём обработки волочением [491]. Для изготовления стентов выбирают металлы, обладающие памятью формы [350]. Лазерная обработка делает контактные линзы гидрофобными [369].

Биомедицинские рН-датчики делают с двойным сурьмяно-висмутовым покрытием с дополнительной гальванической обработкой штампованной структуры [464]. Гальванические сурьмяные покрытия подходят в качестве рН-чувствительного слоя на планарных датчиках для проведения измерений в области медицины и биохимии [359].

3. Предварительная обработка

Не только высокие требования, предъявляемые к свойствам покрытий, но особенно «умные» покрытия, обладающими специфическими свойствами и тенденция к уменьшению толщины покрытий предъявляют возрастающие требования к чистоте поверхностей перед их обработкой. Постоянное улучшение и оптимизация способов производства возможны только при наличии чистых поверхностей. При поэтапном способе производства детали должны очищаться до и после каждого этапа - или, если это требуется - проходить специфическую стадию предварительной обработки.

Значение очистки поверхности как ценной технологии сегодня признаётся повсеместно [527]. Очистительные растворы являются неотъемлемой частью технологических процессов. Установки для очистки деталей занимают свое место в производственных линиях, управляются теми же системами, что и другие установки и оборудованы

аналогичной техникой. Из этого также следует, что в случае возникновения проблем при очистке, загрязнения передаются дальше по всей технологической линии [80, 315, 577]. При планировании очистки следует учитывать все аспекты, такие как формы и размеры обрабатываемых деталей, способы их получения, выбор соответствующего очистительного средства и установки, а также проблемы окружающей среды [133, 165, 277, 316, 424]. Для предварительной обработки при необходимости перепокрывтия должны быть разработаны специальные технологии [278].

3.1. Очистка и обезжиривание

Бывшая еще несколько лет назад актуальной тенденция развития очистительных средств на водной основе изменилась, в частности, потому, что часто детали состоят из различных металлов. Согласно опросу, только 9 % всех предприятий применяют очистительные средства на водной основе с поверхностно-активными веществами, остальные же используют хлорированные и не хлорированные органические растворители [46].

Моющую способность очистительных средств на водной основе можно поддерживать биологическим разрушением углеводов микроорганизмами [317]. Ультразвук вызывает в водных очистителях кавитацию, начиная с 38 кГц, причем в водопроводной воде лучше, чем в растворах солей [531]. Для тонкой очистки в трихлорэтилене обработка в паровой фазе является энергетически выгоднее [493].

Геометрически сложные детали, чьи поверхности не должны быть повреждены, можно очищать мобильным лазером с высокой поверхностной мощностью [131], насыщенным водяным паром с одновременным гигиеническим действием [425] или струей воды под высоким давлением с одновременным удалением заусенцев [460]. Необходимая интенсивность тонкой плазменной очистки определяется при помощи индикаторных этикеток - цветных точек с различной плотностью краски [300]. Плазменная очистка в электронике проводится в специальной установке с напряжением, не превышающим 40 вольт, что гарантирует тем самым защиту работоспособности деталей [316].

Установки для очистки, в которых должна осуществляться непостоянная пропускная способность, снабжаются дополнительно подключаемыми емкостями [77]. Интервалы профилактических работ, а также стоимость профилактики является важным фактором, как показывает пример установок с органическими растворителями [2, 79]. Сокращение времени очистки достигается, кроме всего прочего, за счет увеличения интенсивности процесса сушки с установкой дополнительного

сушильного аппарата и сокращением транспортных путей [274]. Критические места, например отверстия, очищают дополнительной обработкой диоксидом углерода [275, 354]. Во избежание испарения растворителей, при их использовании в небольших количествах, установка полностью эксплуатируется в вакууме [312].

При травлении рулона можно удвоить производительность, если заменить погружное травление на турбулентное [43]. Сокращению времени травления способствует также одновременная струйная гидроабразивная обработка [352]. Исследуется механизм травления латуни в растворе хлорида железа [392]. Острые кромки после лазерной обрезки лучше очищаются в смеси неорганических и органических кислот [529].

3.2 Механическая обработка поверхности

Струйная механическая обработка благодаря многочисленным эффектам актуальна и поэтому представляет больший интерес, чем другие способы [489]. Одним из преимуществ такой обработки является то, что одновременно можно удалить почти все виды загрязнений, как показал пример реставрации исторических истребителей [331]. Поверхности алюминиевых деталей, обработанные струями высокого давления с применением различных средств струйной очистки, обладают твердостью, прочностью, пластичностью и другими улучшенными свойствами [130, 351]. Струйная обработка стали и литых полуфабрикатов различных размеров и форм проводится на складах в установках, которые движутся по рельсам и самостоятельно управляются кранами [575].

Управлением роботом достигается равномерность шлифования и полирования алюминиевых деталей для декоративных целей [132]. Струйная обработка алюминиевых поверхностей мягким абразивным материалом позволяет в дальнейшем наносить на них органические покрытия, однако позже они склонны к нитевидной коррозии [208]. Детали из циркониевых сплавов для атомных станций делают коррозионностойкими струйной магнитно-абразивной обработкой керамическими частицами [616]. Транспортёры и приспособления для производства шоколада без орехов работают только тогда, когда они предварительно очищаются твердыми частицами диоксида углерода [314]. Особо гладкие поверхности получают в вибраторах с добавлением химикатов, благодаря им образуется тонкая вязкая пленка, которая прежде всего снимается со структурных неровностей, способствуя их сглаживанию [427, 492, 530, 615]. Оптимальную шероховатость

0,02 микрона на коленных имплантатах получают обработкой волочением [576].

3.3. Предварительная обработка пластмасс

Для устойчивой адгезии лака на пластмассах существует целый ряд способов очистки и активирования, которые описываются в обзорах [353, 355, 434]. Адгезию лака улучшают не только на искусственных материалах, но и на стекле и алюминии одновременным нанесением на поверхность при огневой очистке слоя кремния толщиной от 5 до 50 нанометров [276]. На графитовую поверхность электролитически осаждают наночастицы палладия из хлоридного диметилформамидного раствора [432]. Дается обзор возможных дефектов при металлизации АБС-полимеров, зависящих как от самих полимерных деталей, так и от их гальванической обработки [430].

4. Электроосаждение металлов

4.1. Основы, общие положения

В разработке гальванических процессов основным вопросом является управление функциональными свойствами покрытий за счет изменения параметров осаждения. Были изучены механизмы осаждения пульсирующим током [463] и найдено, что варьирование его параметров позволяет совместно осаждать несоосаждающиеся металлы с направленной структурой покрытия [499]. Для гигантского магнитного сопротивления разработан способ управления электрокристаллизацией при попеременном осаждении магнитных и немагнитных слоёв из меди и кобальта [538].

Для замены используемых в водных растворах токсичных химикатов и для уменьшения расхода энергии разрабатывается способ электролитического осаждения из ионных растворов, например для твердого хромирования с 40% выходом по току из раствора на основе холина и хлорида хрома [497].

Сложные механизмы гальванического осаждения и их влияние на скорость осаждения и выход по току исследуются с помощью кварцевых весов [469]. На основании результатов исследований взаимозависимости представляются не в форме математических уравнений, а графически [534]. С новыми алгоритмами и быстрыми вычислительными машинами возможно с большой вероятностью рассчитывать толщины покрытий и их распределение [87]. При сложном осаждении на искусственные материалы помогает точная металлографическая оценка причин дефектов [136]. С помощью добавок ацетиметингов исследуются влияние одинарных и двойных связей, а также ядер-

ных и электрофильных заместителей на скорость осаждения [465, 494].

Во многих статьях приводятся интересные исторические факты из истории гальванотехники [88, 89, 196]. Литературная оценка [360] касается технического применения электролитических покрытий драгоценными металлами [360].

4.2. Хром

Исследования электролитов на основе трехвалентного хрома показали, что предотвращение его анодного окисления до шестивалентного возможно только с разделением катодного и анодного пространств [429]. При осаждении в таких электролитах толстых покрытий до, примерно, одного миллиметра возможно предотвращение образования гидроксокомплексов, ведущее к снижению скорости осаждения добавками мочевины и муравьиной кислоты [532].

В хром (VI)-электролитах возрастание проводимости и, как следствие, низкий расход электроэнергии при концентрации 250 г/л CrO_3 указывает на присутствие отличающихся по цвету оранжевых трихроматионов ($\text{Cr}_3\text{O}_{10}^{2-}$) и при концентрации 450 г/л - красно-коричневых тетрахроматионов ($\text{Cr}_4\text{O}_{13}^{2-}$) [532].

Особенно мелкозернистые и пластичные композиционные покрытия осаждают из сернокислого кремнефторидного электролита хромирования с диспергированными наноразмерными алмазами [282]. Хромовые слои при осаждении с абразивным материалом механически хонингуются, что дает покрытиям особо высокий уровень глянца, который не может быть получен при обычном механическом глянцеваии [319].

4.3. Медь, алюминий, олово, свинец

При электролитическом извлечении меди скорость осаждения возрастает за счет поляризации углеродистых электродов в кислом растворе [431]. При добавлении гипофосфита натрия к кислому электролиту меднения осаждается медно-фосфористое покрытие с более высокой коррозионной стойкостью, чем чистая медь [410].

Алюминий может быть осажден при комнатной температуре на воздухе из кислого электролита; выход по току сначала низкий, однако повышается при хранении (без тока), вероятно вследствие образования алюминиевых комплексов [51]. При добавлении к обычным торговым алкилбензеновым электролитам бромида алюминия выход по току возрастает с 29 до 51% [362].

Электролит блестящего оловянирования на основе метансульфоновой кислоты имеет температуроустойчивые органические добавки и может эксплуатироваться без охлаждения и при повы-

шенной температуре [322, 363]. В качестве замены свинецсодержащего припоя разработан электролит для осаждения оловяно-сурьмянистого (0,2-1%) сплава [84].

Свинцово-оловянные (10) покрытия, осаждаемые из электролита на основе метансульфоновой кислоты с добавкой поверхностно-активного вещества, позволяющей управлять содержанием металлов в сплаве, демонстрируют высокую износостойкость [321].

Разрабатывается электролит на основе хром (III) для осаждения сплавов, содержащих железо, хром, молибден и никель, со свойствами, сходными с нержавеющей сталью [85].

4.4. Никель

В гальванопластике ультразвук значительно улучшает рассеивающую способность электролита никелирования при осаждении никеля в закрытых отверстиях и щелях [604], в никель-кобальтовом электролите равномерность структуры достигается периодическим включением и выключением магнитного поля [483]. Из сравнения работоспособности анодов в электролитах никелирования можно сделать вывод, что чистый никель имеет преимущества по сравнению с серосодержащими никелевыми анодами [535].

Твердость никель-фосфорных покрытий из кислых электролитов может регулироваться изменением содержания фосфора в диапазоне от 2 до 16% [134]. Никель-фосфорные покрытия из ионных электролитов обладают одинаковой коррозионной стойкостью, что и при осаждении из водных растворов [28]. Никель-бор электролит стабилизируется, если бор добавляется как соединение с полиэдрической структурой [279, 280].

Композиционные никелевые покрытия с наночастицами карбида кремния размером от 10 до 20 нанометров из электролита Уоттса демонстрируют высокую твердость и хорошую коррозионную стойкость [135]; их коррозионная стойкость оставляет желать лучшего [406]. Твердостью и хорошей коррозионной стойкостью должны, напротив, обладать никелевые покрытия с частицами карбида бора [404]. Твердость никель-вольфрамовых покрытий, используемых в некоторых случаях как альтернатива твердому хромированию, можно повысить газовым азотированием [433]; для осаждения таких покрытий разработан новый долгоживущий электролит с низкомолекулярной органической кислотой в качестве стабилизатора [536].

4.5. Благородные металлы

Вспомогательные аноды из платинированного титана служили при гальваническом золочении в одном конкретном случае в течение 35 лет,

несмотря на то, что они, согласно представленному в [323] исследованию, за время работы растворились и только наноповерхности, содержащие атомы титана и платины, продолжали работать.

Специально для осаждения на контакты разработан золото-кобальтовый электролит, из которого осаждается покрытие не только износостойкое, но что особенно важно для применения в электронике, хорошо паяемое [4, 50, 285]. Разработаны покрытия твердого золочения из золото-железных электролитов, обладающие достаточной коррозионной и износостойкостью и исключающие использование в электролите добавок никеля и кобальта, считающихся аллергенами [318, 511]. Могут использоваться также чисто золотые покрытия, если их износостойкость улучшается при включении в них наноразмерных алмазных частиц [467]. Для осаждения на контактные поверхности системы покрытий палладий-никель/золото разработан свободный от аммиака электролит для осаждения сплава палладий-никель; как наноразмерное покрытие для осуществления связи между слоями он сулит финансовые выгоды [185].

При изготовлении ювелирных украшений дорогой родий заменяется на сплав с характерным белым родиевым тоном, состоящий из 75% родия и 25% рутения, для осаждения которого разработан электролит [358, 495].

4.6. Цинк

При обработке стальных деталей с цинковыми покрытиями, полученными из щелочных электролитов, возможно удаление до 43% водорода и возврат до 96% первоначальных механических свойств [194]. Дефекты цинковых покрытий, полученных из слабокислых хлоридных электролитов, связаны с конкретными параметрами процесса, например кроющая способность зависит от соотношения цинк/хлорид [192]. Электролитически оцинкованные материалы соединяют лазерным лучом без повреждения цинкового покрытия [214].

Коррозионно стойкие и декоративные покрытия создают, осаждавая на слой цинка тонкое черное никелевое покрытие из сульфаматного электролита никелирования, содержащего ионы цинка [45].

Сплавы цинк-кобальт, осаждаемые из слабокислых электролитов, имеют хорошую коррозионную стойкость при содержании кобальта в сплаве примерно 5,5%, однако они имеют шероховатую структуру [188]. Многослойные наноразмерные покрытия цинка и кобальта, осаждаемые пульсирующим током, должны иметь примерно 80-ти кратную коррозионную стойкость [498].

Сплавы цинк-никель за счет точного дозирования в электролит органических добавок обладают достаточной пластичностью, чтобы после

гальванического цинкования при изгибе труб не отслаиваться и не отлетать [7]. Особенно коррозионно стойкими являются такие покрытия из слабокислых электролитов, если долю никеля в цинковом покрытии увеличивают путём добавки никелевого порошка до 29% [44] или еще больше [190]. Цинковые покрытия с содержанием никеля от 12 до 16% могут осаждаться не только из щелочных, но из новых разработанных слабокислых электролитов [496, 499]. Адгезию цинка из щелочного электролита на чугуне можно получить, если предварительно нанести промежуточное покрытие из кислого электролита цинкования

[281]. Вследствие разложения аминсодержащих стабилизаторов в щелочных электролитах для осаждения сплава цинк-никель образуются плохо осаждаемые цианидные комплексы никеля. Для предотвращения этого рекомендуют применять мембранный электролиз [83]. Другие авторы сомневаются в образовании цианидов, однако отмечают, что применение мембранного электролиза улучшает стабильность раствора [358].

Продолжение следует...
To be continued...

ВОДОПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Более 20 лет на рынке свыше 2000 внедренных установок

- получение высококачественной питьевой воды
- водоподготовка для объектов различных отраслей промышленности
- биологические очистные сооружения населенных пунктов
- очистка сточных вод постов мойки автотранспорта, ливневой канализации промплощадок, АЗС, нефтебаз и др.
- очистка сточных вод гальванических производств
- регенерация отработанных травильных растворов
- очистка сточных вод предприятий металлургии и машиностроения, легкой, пищевой, химической промышленности и т.п.
- очистные сооружения дренажных вод полигонов ТБО



Проектирование Изготовление Монтаж Сервис

г. Владимир, ул. Элеваторная, 6
Тел.: (4922) 52-23-43, 52-23-53
Факс: (4922) 52-23-52, 52-23-14
E-mail: vladimir@vladbmt.ru

<http://www.vladbmt.com/>

ЗАО "БМТ"

г. Владимир



производство выпрямителей

ПУЛЬСАР

Надежное оборудование для
современных технологий

Качество покрытия – ровная, без пульсаций, форма тока на выходе позволяет получать более качественное, равномерное покрытие деталей;

Защищенность – герметичная, полностью экранированная конструкция позволяет устанавливать выпрямители непосредственно у ванны;

Надежность – высокая степень защиты от перегрева, перегрузок и короткого замыкания;

Удобство эксплуатации – невысокие масса и габариты, отсутствие водяного охлаждения позволяют упростить обслуживание выпрямителя;

Автоматизация процессов – управление и программирование от компьютера, либо от пульта;

Экономичность – более низкое потребление электроэнергии по сравнению с тиристорными выпрямителями, высокий КПД во всем рабочем диапазоне от 85 до 93%;

Эргономичность – интуитивно понятная система управления и индикации режимов работы.



Ведущие производители гальванических линий
выбрали выпрямители “Пульсар”

150007, Россия, г. Ярославль, ул. Университетская, 21

Телефон: (4852) 741-121, 741-567

e-mail: commerce@navicom.yar.ru

www.navicom.yar.ru



УДК 541.135:669.621

Выход по току дендритного медного осадка для порошка марки ПМС11 как параметр, определяющий его структуру

Осипова М. Л., Мурашова И. Б., Даринцева А. Б., Онучина Д. Л.

Ключевые слова: электрокристаллизация; дендриты меди; выделение водорода; граничная поляризация; глобулы; выход по току.

В технологии производства медных порошков дендритные электролитические осадки меди получают из сульфатных растворов при плотностях тока значительно выше предельной. С помощью методики непрерывного измерения объема водорода, который выделяется совместно с медью, удалось определить область катодной поляризации, ниже которой кристаллизация меди в форме разветвленного дендритного осадка сменяется образованием компактных глобул. В условиях производства это препятствует удалению рыхлого осадка с катода и повышает энергоемкость процесса. Анализ динамики роста осадка и изменения его структуры проведен с помощью модельных представлений гальваностатического электролиза.

Current Efficiency of (ПМС11) Copper Powder as a Parameter Determining Its Structure

Osipova M. L., Murashova I. B., Darintseva A. B., Onuchina D. L.

Key words: electrolysis; copper; dendritic deposit; hydrogen; boundary polarization; globules; current efficiency.

Modern copper powder production is realized on bar electrodes in the tanks of bunker type at constant current (I) which exceeds the limiting current (I_{lim}) on a smooth electrode. In the course of the formation of a dendritic deposit is periodically removed from the cathode bars by their shaking. At the moment of deposit removal the cathode surface decreases sharply and cathode potential shifts to negative region. Then dendritic growth on bar electrode enlarges true surface area of the deposit; current density $I_{gr.fr.}$ decreases, growth of dendrites into solution slows down, the rate of hydrogen evolution reduces. Step by step current density decreases so that dense globules crystallize on deposit growth front. The dense compact copper layer on the surface of dendritic copper deposit prevents their subsequent removal from the cathode. By means of potentiostatic chrono-amperometry technique (CAM) it has been cleared up that transition to globule crystallization

takes place within the cathode polarization interval $\Delta E = 0,54$ to $0,59$ V. The following deposit crystallization leads to the formation of solid compact crust of "cathode scrap". One of the methods to prevent this consists in the correct choice of the period between the removals the deposit from the cathode. The goal of the paper is to determine the optimal duration between the removals the deposit from the cathode for powder of ПМС11 brand by means of measurement the differential current efficiencies for hydrogen and copper during the electrolysis. The rod copper electrode 3,5 mm of diameter and 10 mm in height was placed in a glass cell (Fig. 1) with the solution containing 0,19 mole/l $CuSO_4$ and 1,63 mole/l H_2SO_4 at 25°C. Video recording of dendrite growth has been performed through the windows in copper foil anode. The evolving hydrogen has been collected and measured in a buret so that fresh solution hasn't distorted dendrite growth and velocity of gas evol-

ing has been fixed with every 0,1 ml of the volume. Immediately after switching current hydrogen has violently evolved (Fig. 2) and created stormy convective electrolyte flows; the cathode polarization has been maximal in that period as well as the rate of dendrites growth (Fig. 3). As the area of dendrite growth front was increasing the cathode polarization was reducing. Correspondingly CE for hydrogen was decreasing and that for copper on was rising. The differential CE permits to determine the moment when hydrogen evolution stops; then copper crystallizes as globules and spherulites. It takes 5200-5400 sec of uninterrupted electrolysis. This estimate agrees with

Введение

Современное производство медного порошка осуществляется на стержневых электродах в электролизерах бункерного типа [1] при постоянной силе тока (I), который превышает значение предельного диффузионного тока ($I_{\text{пр}}$) на гладком электроде [2]. Процесс ведут при периодическом удалении накопившегося рыхлого осадка со стержней путём встряхивания катодной штанги при её подъёме и резком ударе о катодную шину. Скорость удлинения дендритов максимальна в момент включения тока и постепенно снижается, уменьшается и скорость параллельного выделения водорода. По истечении определенного периода в момент очередного удаления осадка катодная поверхность резко уменьшается, а катодный потенциал смещается в отрицательную область и, наряду с выделением меди, вновь ускоряется восстановление ионов водорода. Разрастание дендритов на стержневом электроде увеличивает площадь фронта роста осадка, что приводит к снижению на нем плотности тока $i_{\text{ф.р.}}$, замедлению роста разветвленных дендритов в глубину раствора и уменьшению скорости выделения водорода. Постепенно плотность тока снижается настолько, что на фронте роста осадка формируются плотные сглаженные глобулы-сферолиты. Образование плотного компактного слоя на поверхности рыхлого медного осадка препятствует очередному его удалению с катода.

Как правило, при длительном электролизе и недостаточной скорости циркуляции раствора электролит из прианодного слоя, содержащий более высокую концентрацию сульфата меди, скапливается в более глубоких слоях электролита. Нижняя часть катодных стержней, которая находится в этой зоне, испытывает диффузионные ограничения в меньшей степени и осадок меди формируется не в виде дендритов, а в виде сферолитов, образующих сплошную корку компактного металла. При очередной выгрузке дендритного осадка из ванны штанги с таким «закованным»

the results of chronoamperometry measurements (CAT). The application of simulator for galvanostatic dendrite growth gives the expression for the calculation of the structural parameter of dendrite forming Nr_{B}^2 (eq. 8), where N, m^{-2} – the displacement density for growing dendrite tops on growth front; r_{B}, m is tip radii of that tops (fig. 4). The Nr_{B}^2 dependence on $N(\tau)$ and $r_{\text{B}}(\tau)$ is expressed by the eq. (9). The data of Fig. 5 shows that sharp growth of r_{B} corresponds to globule formation. The sight of cross section for commercial electrode with formed cathode scrap is presented in Fig. 6.

осадком оставляют на стенде, где приходится вручную срубать плотные сростки компактной меди, освобождая катодный стержень. Снятый таким образом металл возвращают на стадию огневого рафинирования, что заметно увеличивает и без того высокий расход электроэнергии при производстве медного порошка.

Одним из методов борьбы с формированием плотных глобул-сферолитов является правильный выбор продолжительности периода электролиза между операциями съема осадка с катода. Согласно работе [3] длительность непрерывного роста дендритов должна отвечать периоду, в течение которого катодная поляризация снижается до «границной» области 0,54 – 0,59 В, при которой начинается преимущественная кристаллизация меди в компактной форме. Задача настоящей работы состояла в определении оптимальной продолжительности электролиза между съемами с катода осадка для производства порошка марки ПМС11 с помощью измерения выходов по току водорода и меди в процессе электролиза на коротких промежутках времени (т. н. дифференциального выхода по току). Важной особенностью этого показателя является то, что, изменяясь во времени от начала электролиза, этот выход по току меди может достигнуть 100%. Достижение 100%-ного дифференциального выхода по току меди сопоставлено с «границной» областью поляризации и проиллюстрировано расчетом динамики структурных изменений осадка, выполненным на основе модели гальваностатической электрокристаллизации [4, 5].

Методика эксперимента

Электролиз проводили в стеклянной цилиндрической электрохимической ячейке (рис. 1) в растворе с содержанием ионов меди Cu^{2+} 0,19 моль/л, серной кислоты 1,63 моль/л при температуре 25°C. В качестве рабочего электрода использовали медный стержень диаметром 3,5 мм и высотой 10 мм. Нерабочую часть стержня, одновременно служившую токоподводом и держате-

лем, тщательно изолировали от раствора. Анодом служил лист медной фольги, свернутый в цилиндр и расположенный у стенки электролизера. В фольге было прорезаны окна, через которые проводили видеосъемку развития дендритного осадка с помощью видеокамеры Sony DSR-200SE. Катодную поляризацию (ΔE) измеряли относительно потенциала медного электрода, погруженного в исследуемый раствор. Эксперимент проводили с помощью потенциостата IPC-Pro. Водород собирали в бюретку, закрепленную над катодом так, что электролит, вытесняемый газом из бюретки, стекал по внешней стороне воронки. Это важное условие, которое позволяло исключить попадание свежего электролита в область кристаллизации дендритов и повлиять на динамику их развития. При расчете выхода по току объем газа приводили к нормальным условиям с учетом температуры и парциального давления паров воды над раствором, фиксируя время при увеличении объема водорода в бюретке через каждые 0,1 мл газа.

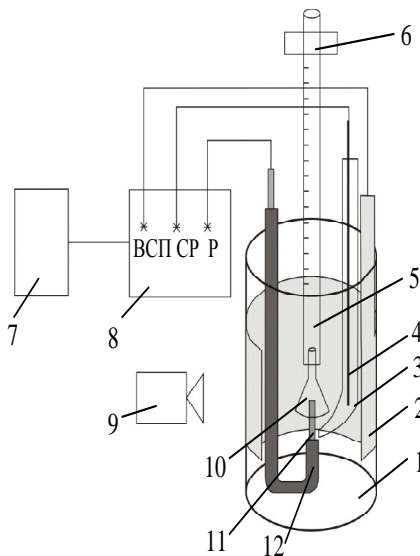


Рис. 1. Схема эксперимента. 1. – стеклянный стакан;
2. – медный кольцевой анод; 3. – стеклянный электролитический ключ;
4. – медный электрод сравнения; 5. – бюретка;
6. – зажим; 7. – компьютер;
8. – потенциостат; 9. – видеокамера; 10. – воронка;
11. – медный катодный стержень; 12. – изоляция

Fig. 1. The experimental device. 1. – glass cell; 2. – copper ring anode;
3. – glass electrolytic bridge; 4. – copper reference electrode; 5. – burette;
6. – clamp; 7. – computer; 8. – potentiostat; 9. – camera-recorder; 10. – trumpet; 11. – copper rod cathode; 12. – insulation

Ток, подаваемый на электрохимическую ячейку, рассчитывали, исходя из задаваемой в промышленных условиях плотности тока 32 A/дм^2 и начальной площади поверхности испытуемого катода. Соотношение заданного тока и предельного соответствовало условиям получения порошка этой марки на ОАО «Уралэлектромедь». Регистрация катодной поляризации осуществлялась на потенциостате с интервалом 0,5 с. Видеозапись изменения диаметра электрода с осадком обрабатывали с помощью компьютерных программ GOM Player 2.0 и экранной линейки JRuler. В дальнейшем все расчеты проводили в ППП Excel. Кинетические параметры электроосаждения меди из исследуемого электролита (I_0 – плотность тока обмена, и α – кажущийся коэффициент переноса) были получены по данным поляризационных измерений на гладком электроде.

Результаты эксперимента

Практически сразу после включения тока начинается интенсивное выделение водорода, которое видеокамера фиксирует как трассы потока мельчайших пузырьков, поднимающихся на поверхность и активно перемешивающих электролит приэлектродного пространства (рис. 2).

Пузырьки газа попадают в бюретку и, поднимаясь вверх, вытесняют электролит в ячейку. По мере развития дендритного осадка интенсивность газовыделения значительно снижается, диаметр пузырьков водорода увеличивается, а поток их ослабевает. Дендритные кусты, растущие на поверхности катода, постепенно начинают блокировать отрыв образовавшихся пузырьков водорода, удерживая их в толще куста, пока диаметр пузырьков не достигает размеров, которые обеспечивают подъемную силу, необходимую для прохода пузырька сквозь толщу осадка. По мере роста слоя раствор в глубине осадка обедняется

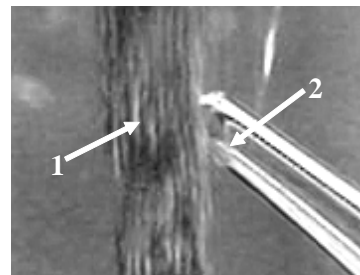


Рис. 2. Потоки пузырьков водорода около катода при электролизе
1. – электрод с потоками пузырьков;
2. – носик капилляра Луггина-Гебера

Fig. 2. The hydrogen bubble flows near cathode at electrolysis.
1. – electrode with bubble's flows; 2. – Lugin capillar

по ионам меди. Образующийся дендритный осадок представляет собой трехмерный электрод с высокой удельной объемной поверхностью, работающий при высокой поляризации ($\approx 1,0 \div 0,6$ В). Соответственно глубина проникновения электрохимического процесса на таком трехмерном электроде минимальна [6], а восстановление металла вытеснено на внешнюю поверхность фронта роста. Пузырьки водорода выходят на поверхность через образовавшийся дендритный осадок. В месте отрыва пузырька от катодной поверхности она становится доступной для электрохимических процессов, поэтому происходит скачкообразное снижение плотности тока и, соответственно, снижение поляризации. Конвективные потоки, образованные выделяющимся водородом, подводят к освободившейся поверхности богатый ионами меди раствор. При этом на отдельных участках поверхности плотность предельного тока ($i_{пр}$) оказывается близкой или даже несколько выше локальной плотности поляризующего тока, что уменьшает величину поляризации. В целом, в этот период роста дендритного осадка средняя плотность тока на фронте роста превышает значение $i_{пр}$, поэтому электролит опять быстро обедняется по ионам меди. Вновь образовавшиеся пузырьки водорода экранируют часть поверхности осадка. Обе причины приводят к тому, что поляризация снова скачком растет. По мере того как увеличивается площадь фронта роста осадка, катодная поляризация снижается, причем после 4000 с электролиза амплитуда скачков уменьшается (рис. 3) а после 5500 с быстро сходит на нет. При уменьшении поляризации ток перераспределяется между процессами восстановления меди и выделения водорода: выход по току меди растет, а водорода падает.

Введем ряд количественных показателей, характеризующих процесс роста дендритного осадка. Слой дендритов высотой « y » на цилиндре диаметром d_0 увеличивает диаметр электрода с осадком до значения $d_0 + 2y$. Длина дендритов определяется по видеозаписи как половина прироста диаметра электрода d от его начального значения d_0 , т. е.

$$y(\tau) = (d(\tau) - d_0) / 2. \quad (1)$$

Другим показателем служит выход по току водорода ($BT_H(\tau)$), который является функцией времени роста осадка (τ) и может быть измерен в процессе роста осадка. Его рассчитывают по объему водорода $V_H(\tau)$, собранного в бюретке к моменту времени τ :

$$BT_H(\tau) = V_H(\tau) \cdot 2F / v_H \cdot I \cdot \tau \quad (2)$$

где v_H – мольный объем водорода; I – заданный ток.

Третьим показателем, который также может быть измерен в процессе роста осадка, является ΔE – поляризация.

Указанные три параметра, непосредственно измеряемые или рассчитанные из данных эксперимента по формулам (1, 2), могут быть дополнены производными от них, также являющимися функциями времени. К ним относятся выход по току металла $BT_M(\tau)$ к моменту времени τ , который находим из соотношения (3):

$$BT_M(\tau) = 1 - BT_H(\tau), \quad (3)$$

а также дифференциальные выходы по току водорода и меди. Необходимость введения последних двух понятий вытекает из следующих соображений. Выход по току водорода определяется уравнением (2) для любого момента времени τ . В сборник над катодом попадает водород, который восстанавливается на катоде параллельно с металлом, и поэтому объем этого газа определяет выход по току водорода. Понятно, что $V_H(\tau) \neq 0$ для любого $\tau > 0$. Даже если процесс выделения водорода прекратится, выход по току металла, вычисленный по уравнению (3), не достигнет единицы или 100%. Если определить производную по времени из уравнения (2), то она обратится в нуль, когда водород в бюретке перестанет прибывать, т. е. весь ток будет идти на процесс выделения меди. Значения дифференциальных выходов по току для водорода ($BT_{Hдиф.}(\tau)$) и для металла ($BT_{Mдиф.}(\tau)$) могут быть рассчитаны для небольших промежутков времени ($\Delta\tau$), соответственно, по уравнениям (4) и (5):

$$BT_{Hдиф.}(\tau) = \Delta V_H(\tau) \cdot 2F / \Delta\tau \cdot v_H \cdot I \quad (4)$$

$$BT_{Mдиф.}(\tau) = 1 - BT_{Hдиф.}(\tau) \quad (5)$$

Экспериментальные данные для основных параметров совместно представлены на рис. 3.

Согласно данным, приведенным на рис. 3, 100%-ный дифференциальный выход по току меди наблюдается, начиная с периода электролиза 5200 – 5400 с после включения тока. В это время катодная поляризация колеблется в интервале 0,53 – 0,55 В. Это как раз нижний уровень «граничной» поляризации, ниже которой кристаллизация меди приводит к образованию плотных гладких сферолитов-глобул.

Изменение структуры кристаллизующегося на катоде осадка, безусловно, связано с динамикой его формирования на фронте роста. На стержневом катоде габаритная площадь фронта роста равна боковой поверхности цилиндра, вы-

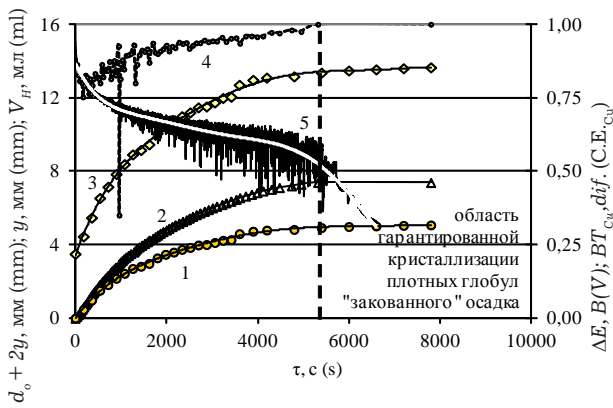


Рис. 3. Динамика изменения при электролизе высоты дендритов (1), объема выделившегося водорода (2), диаметра электрода с осадком (3). 1 – 3. – левая ось; дифференциального выхода по току меди (4), катодной поляризации (5); 4, 5. – правая ось

Fig. 3. The dynamic changing of the dendrite height during electrolysis (1), the volume of evolved hydrogen (2), diameter of electrode with the deposit (3); 1 – 3. – left axe; differential metal CE (4), cathode polarisation (5); 4, 5. – right axe

сота которого равна рабочей части катода H , а диаметр $(d_0 + 2y)$. В гальваностатическом режиме габаритная плотность тока металла на боковой поверхности стержневого электрода $i_{r,Cu} = i_{ф.р.}$ в любой момент времени τ может быть рассчитана [4] по соотношению (6):

$$i_{r,Cu} = I \cdot VT_{Cu}(\tau) / \pi(d_0 + 2y)H \quad (6)$$

Ток восстановления металла $I \cdot VT_{Cu}(\tau)$ определяется по N полусферическим вершинам фронта роста дендритного осадка радиусом r_B (7):

$$i_{r,Cu} = i_B \cdot 2\pi r_B^2 N(d_0 + 2y)H. \quad (7)$$

При этом i_B – плотность тока восстановления металла на вершине, определяемая по скорости удлинения дендритов (8):

$$i_B = (dy/dt)(zF/v_{Cu}) \quad (8)$$

где v_{Cu} – мольный объем меди.

Решая совместно соотношения (6) и (7), находим закономерность (9) изменения структурного параметра развития осадка $Nr_B^2(\tau)$ в ходе электролиза:

$$Nr_B^2(\tau) = [I \cdot VT_{Cu}(\tau)] / [i_B(\tau) \cdot 2\pi^2(d_0 + 2y(\tau))H] \quad (9)$$

Из выражения (9) следует, что параметр Nr_B^2 зависит от трех меняющихся в процессе электролиза величин: диаметра катода с растущим осадком $(d_0 + 2y(\tau))$, выхода по току меди и плотности тока восстановления металла на вершинах $i_B(\tau)$ (рис. 4).

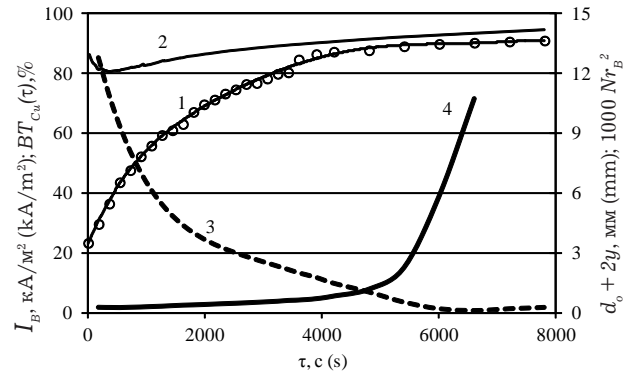


Рис. 4. Факторы, влияющие на изменение структурного параметра дендритного осадка Nr_B^2 . 1, 4 – правая ось; $d_0 + 2y$ (1); $1000 \cdot Nr_B^2$ (4) 2, 3 – левая ось; $VT(\tau)$ (2); i_B , kA/m^2 (3)

Fig. 4. The factors exerting the alteration of structural parameter Nr_B^2 for dendrite deposit. 1, 4 – right axe; $d_0 + 2y$ (1); $1000 \cdot Nr_B^2$ (4) 2, 3 – left axe; $CE_{Cu}(\tau)$ (2); i_B , kA/m^2 (3)

Факторы меняются во времени в разных направлениях, а эффект совместного их влияния – кривая 4 на рис. 4. В течение основного периода электролиза характеристика Nr_B^2 меняется мало, а с приближением к 7000 с резко возрастает. Природа этого быстрого подъема становится ясна, если рассчитать по отдельности зависимости $N(\tau)$ и $r_B(\tau)$. В основе такого расчета лежит представление о смешанной кинетике разряда металла на вершинах дендритов [7]. Плотность тока i_B (10) определяется, помимо кинетической плотности тока i_K , зависящей от плотности тока обмена i_0 , величиной предельного тока сферической диффузии $i_{сф.}$, для которого толщина диффузионного слоя равна радиусу кривизны вершины (11) [1].

$$i_B = (i_K \cdot i_{сф.}) / (i_K + i_{сф.}) \quad (10)$$

$$i_{сф.} = zFDc_0 / r_B \quad (11)$$

Кинетическая плотность тока i_K определяется плотностью тока обмена i_0 ($2,66 \text{ mA/cm}^2$), кажущимся коэффициентом переноса α (0,19) и является функцией катодной поляризации ΔE в соответствии с (12):

$$i_k = i_o \cdot \exp(\alpha z F \Delta E / RT) \quad (12)$$

Сочетание выражений (10) и (11) с учетом изменения кинетической плотности тока i_k в соответствии с меняющейся поляризацией ΔE дает возможность найти изменение во времени радиуса вершин дендритов, а с использованием уже найденного параметра Nr_B^2 – получить в явном виде зависимости $N(\tau)$ и $r_B(\tau)$ (рис. 5). Результаты проведенного расчета показывают, что сразу после включения тока кристаллизуются остроконечные дендриты с радиусом кривизны вершин порядка 0,2 мкм и высокой разветвленностью (плотность вершин на фронте роста осадка составляет около $2 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-2}$).

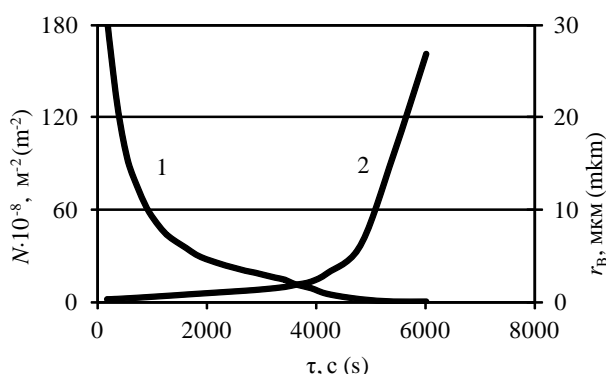


Рис. 5. Изменение плотности размещения вершин на фронте роста осадка N , м^{-2} (1) с радиусом кривизны r_B , мкм (2) в ходе электролиза

Fig. 5. Changing the packing density N , m^{-2} on deposit growth front (1) for dendrite tips with curvature radii r_B , mkm (2) during electrolysis

Такой осадок после сушки, размола и рассева образует порошок с высоким содержанием мелких фракций с низкой насыпной плотностью и текучестью, причем с высокой прессуемостью. После 5000 с электролиза начинается быстрое увеличение радиуса вершин дендритов. В это время величина катодной поляризации снижается до «граничного» значения (рис. 3), что приводит к формированию глобулярных сферолитов. Пример образующегося плотного слоя из медных сростков (рис. 6) представлен в виде шлифа поперечного среза нижней части промышленного катода. Понятно, что технология производства медного порошка должна предусматривать меры, исключющие или сводящие к минимуму подобное явление.

Наиболее простым решением является правильный выбор продолжительности непрерывного наращивания рыхлого осадка на катоде между стряхиваниями его с катодных стержней. Согласно изложенному кристаллизация дендритного осад-

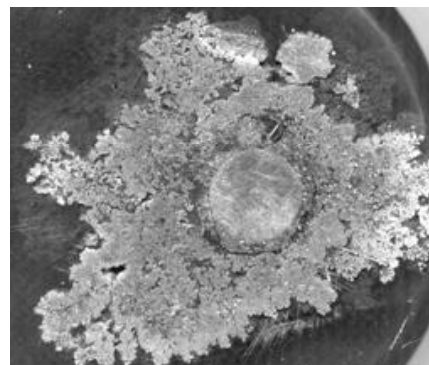


Рис. 6. Шлиф поперечного среза нижней части промышленного катода ($\varnothing = 12 \text{ мм}$) со слоем плотных компактных глобул, не поддающихся счистке при встряхивании катода

Fig. 6. The example of microsection for low part of industrial cathode ($\varnothing = 12 \text{ mm}$) with the layer of dense compact globules preventing the cleaning cathode rod by shaking

ка между съемами с катода не должна продолжаться дольше 5400 с (~90 минут). В течение этого времени катодная поляризация не уменьшается ниже величины 0,54 В. Такой режим электролиза препятствует формированию плотных глобулярных сростков, что обеспечивает снижение расхода электроэнергии на получение порошка исследуемой марки.

Авторы выражают глубокую благодарность проф. Рудому В.М. за внимание к работе и плодотворное обсуждение ее результатов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 11-03-00226.

Список литературы

1. Neikov, O.D. Handbook of non-ferrous metal powders. Technologies and applications / O.D. Neikov, S.S. Nabojchenko, I.B. Murashova, V.G. Gopienko, I.V. Frishberg, D.V. Lotsko; ed. by O.D. Neikov. – London, N-Y, Amsterdam: Elsevier, 2009. – 634 p.
2. Ничипоренко О.С. Порошки меди и ее сплавов / О.С. Ничипоренко, А.В. Помосов, С.С. Набойченко / под ред. С.С. Набойченко – М: Металлургия, 1988. – 205 с.
3. Мурашова, И.Б. Формирование дендритных осадков при производстве электролитических медных порошков / И.Б. Мурашова, Е.Е. Соколовская, А.Б. Ле-бедь, А.А. Юнь, М.Л. Бодрова // Цветные металлы. – 2007. – № 10. – С. 46–51.
4. Останина, Т.Н. Динамика роста дендритных осадков свинца на цилиндрических электродах / Т.Н. Останина, И.Б. Мурашо-

ва, Е.Е. Кузьмина // Электрохимия. – 1996. – Т. 32, № 11. – С. 1329–1333.

5. Мурашова, И.Б. Динамика роста дендритного медного осадка при разных токах и концентрациях в растворе сульфата меди / И.Б. Мурашова, А.Б. Даринцева, В.М.Рудой // Электрохимия. 2010.–Т.46, №6–С.649–656.

6. Ксенжек О.С. Электрохимические процессы в пористых матрицах / О.С. Ксенжек, Е.М. Шембель, Е.А.Калиновский, В.А.Шустов / под ред. О.С. Ксенжека – Киев: Высшая школа, 1983. – 220 с.

7. Diggle, J.W. The mechanism of the dendritic crystallization of zinc / J.W. Diggle, A.R. Despic, J.O'M. Bockris // J. Electrochem. Soc.1969.–V.116.– № 11. – P. 1503–1514.

Сведения об авторах

Осипова Мария Леонидовна – мастер, цех медных порошков, ОАО «Уралэлектро-медь»; 624090 В.Пышма, ул. Ленина 1; аспирант, кафедра ТЭП Химико-технологического института ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина»; 7-(34368)46556; e-mail: m.osipova@elem.ru

Osipova Maria Leonidovna – foreman, cooper powder shop, Uralelectrocooper plant, 624090, V.Pyshma, Lenina str. 1; post graduate student, Electrochemical Eng. Dpt., Ural state University named B. Eltcin. 7 -(34368)46556; e-mail: m.osipova@elem.ru

Мурашова Ирина Борисовна – профессор, д.х.н.; кафедра ТЭП, Химико-технологический ин-т ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», 620002 Екатеринбург, ул. Мира,19; тел. (343) 375 44 63; e-mail: murib@rambler.ru

Murashova Irina Borisovna - professor, Dr. Sc., 7-(34368)46556; e-mail: m.osipova@elem.ru

Даринцева Анна Борисовна – доцент, к.х.н.; e-mail: a.b.darintseva@ustu.ru

Darintseva Anna Borisovna - PhD, Associate Professor, e-mail: a.b.darintseva@ustu.ru

Онучина Дарья Леонидовна – студентка

Onuchina Daria Leonidovna - student



ГРАНИТ-М

СОВРЕМЕННОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ АВТООПЕРАТОРНЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ К НИМ

КОЛОКОЛЬНЫЕ И БАРАБАННЫЕ УСТАНОВКИ

ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА И НАСОСЫ ДЛЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

ЁМКНОСТНОЕ 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



УДК 621.357.7

Электроосаждение сплава никель-фосфор из сульфатно-хлоридного электролита, содержащего дикарбоновую кислоту

Спицина А.А., Цупак Т.Е.

Ключевые слова: сплав никель-фосфор; электроосаждение; химический и фазовый состав сплава; выход по току; микротвердость; катодные поляризационные кривые.

Исследована зависимость химического состава, выхода по току и микротвердости сплава никель-фосфор до и после термической обработки (400°C, 1 час) от концентраций дикарбоновой кислоты и гипофосфита натрия, pH электролита, и плотности тока. Определены условия получения сплава с содержанием фосфора 4-8 мас.%, выходом по току 70-80% и микротвердостью после термообработки 5.5-7.5 Гпа. Показано, что введение гипофосфита натрия в электролит никелирования вызывает деполаризацию катодного процесса до 135 мВ, обусловленную эффектом сплавообразования.

Electrodeposition of Nickel-Phosphorous Alloy from Sulfate-Chloride Bath Containing Dicarboxylic Acid

Spitsina A.A., Tsupak T.E.

Key words: nickel-phosphorous alloy, electrodeposition, chemical and phase composition of the alloy, current efficiency, microhardness, cathode polarization curves.

A dependence of alloy chemical composition, current efficiency and microhardness before and after heat treatment (at 400°C, 1 hr) on the concentration of dicarboxylic acid and sodium hypophosphite, solution pH and current density has been studied. Higher phosphorous content in the deposits is reached by reducing current density and solution pH as well as by increasing hypophosphite concentration (Figs. 1 & 2). An increase in cathode current density and solution pH (Fig. 3) and reducing hypophosphite concentration causes an increase in the current efficiency (Fig. 4). A decrease in the phosphorous content caused by increasing current density (Fig. 1) decreases microhardness both prior and after the heat treatment. It was shown that the coat-

ings as-plated are amorphous (as was shown by X-ray examination) and have a wide halo in the region of $2\theta = 40-50$ deg. After heat treatment the hard solution decomposes and intermetallic compounds are formed (predominantly Ni_3P). This decomposition causes an increase in the hardness after the heat treatment (curve 2, Fig. 5). An addition of hypophosphite to the bath causes a depolarization of the cathode process by up to 135 mV owing to alloy-formation effect (Fig.6). Addition of hypophosphite facilitates both nickel deposition and hydrogen evolution (curve 2, Fig.7 and curve 4, Fig. 8). Hydrogen is formed on the alloy at lower polarization (curve 3, Fig. 8) than on pure nickel (Fig. 3, Fig. 7).

Введение

Среди большого количества электрохимических сплавов [1] особое место занимают сплавы никеля с фосфором. Они отличаются мелкокристаллической структурой, повышенными значени-

ями микротвердости, высокими износо- и коррозионной стойкостью, а также особыми магнитными свойствами [2,3]. Сплавы никеля с фосфором обладают более широким спектром полезных свойств, чем никель. Традиционно сплав никель-фосфор

электроосаждают из сульфатно-хлоридных растворов, в которых роль буферной добавки выполняет борная кислота [4], которая, однако, не обеспечивает стабильности кислотности как в объеме электролита (рН_о), так и у поверхности катода (рН_с) [5]. В работах [6,7] опубликованы сведения по электроосаждению сплава никель-фосфор из ацетатно-хлоридных [6] и сульфатно-сукцинатно-хлоридных электролитов [7]. Эти электролиты характеризуются высокими буферными свойствами и позволяют осаждать покрытия при повышенных плотностях тока. В [8] показано, что дикарбоновые кислоты в электролитах никелирования выполняют роль эффективного буфера. Можно предположить, что дикарбоновые кислоты будут буферизирующими веществами и в электролитах для электроосаждения сплава никель-фосфор.

Целью данной работы являлось исследование закономерностей электроосаждения сплава никель-фосфор из сульфатно-хлоридного электролита, содержащего дикарбоновую кислоту, а также физико-химических свойств получаемых осадков сплава.

Методики исследования

Покрытия осаждали из разбавленного сульфатно-хлоридного электролита. Концентрации сульфата никеля и соляной кислоты были постоянны: NiSO₄·7H₂O 0,5М (140 г/л); HCl 0,05М (1,8 г/л). Концентрация дикарбоновой кислоты варьировалась от 0,1 до 0,4 М, гипофосфита натрия (ГФ) NaH₂PO₂·H₂O от 0,1 до 0,25М (10-25 г/л), рН электролитов от 2,0 до 3,5, температура 50±1^oС. Плотность тока варьировали от 2 до 12 А/дм². Покрытия осаждали на образцы из меди марки М-1 (толщина 10 мкм), а также на сталь марки Ст 08 кп (толщина 24 мкм).

Электролиты готовили растворением навески сульфата никеля в дистиллированной воде. Затем вводили HCl, навески дикарбоновой кислоты, ГФ и доводили объем электролита дистиллированной водой до нужной величины. Содержание фосфора в сплаве Ni-P определяли фотометрическим методом с построением градуировочного графика на фотоколориметре «Экотест 2020». Микротвердость определяли на микротвердомере «HVS-1000» по Виккерсу при нагрузке 100 г. Термообработку осадков проводили в электропечи СНОЛ-3/11-И2 в воздушной среде при 400^oС в течение 1ч. Катодные поляризационные кривые снимали в потенциодинамическом режиме с помощью потенциостата Р-30 при скорости развертки 2мВ/с. Площадь поверхности катода 1см². Значения потенциалов приведены относительно стандартного водородного электрода. Измерения рентгено-фазового состава сплава выполнены на приборе ДРОН 3-М при скорости развертки 2°/мин.

Экспериментальная часть

Из всех электролитов при i_k 5; 7 и 10А/дм² осаждались плотные, блестящие осадки сплава с хорошей адгезией к медной основе. При i_k 2 А/дм² осадки блестящие, компактные, но с локальным питтингом.

Количество фосфора в осадке зависело от состава электролита и режима электролиза [9-11] и изменялось от 1,1 до 9,7 масс.%. Повышение содержания фосфора в осадке достигалось снижением плотности тока и рН раствора, а также увеличением концентрации ГФ в электролите (рис.1,2). Увеличение плотности тока способствует подщелачиванию прикатодного слоя, а также ускорению доставки никельсодержащих частиц к катоду. Возможно, именно с этим связано уменьшение содержания фосфора в сплаве с увеличением плотности тока. Снижение содержания фосфора с ростом рН возможно связано с тем, что увеличивается вероятность протекания бестоковых окислительно-восстановительных реакций как вблизи катода, так и в объеме электролита [12]. Последние в свою очередь ускоряют разложение гипофосфита, уменьшение концентрации которого ведёт к уменьшению содержания фосфора в сплаве.

Выход по току сплава изменяется от 40 до 86%. Повышение плотности тока и рН раствора (рис.3), а также понижение концентрации ГФ (рис.4) приводит к увеличению ВТ сплава. Такую зависимость ВТ сплава от рН раствора можно объяснить снижением скорости выделения водорода в растворах с большим значением рН_о.

Осадки, полученные из электролита в присутствии гипофосфита натрия, обладают повышенной микротвердостью по сравнению с осадками Ni, особенно после термообработки.

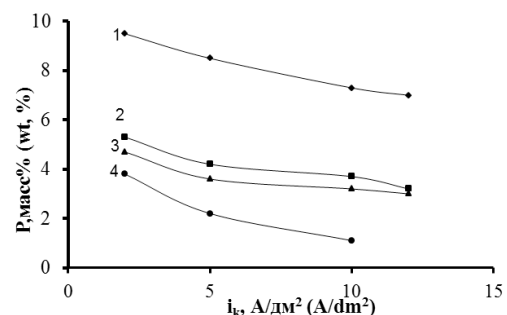


Рис. 1. Зависимость содержания фосфора в сплаве от плотности тока.

рН_о раствора: 1. - 2,0; 2. - 2,5; 3. - 3,0; 4. - 3,5.

Дикарбоновая кислота 0,15 М; NaH₂PO₂·H₂O 20 г/л

Fig.1. Phosphorus content in the alloy vs CD. Solution pH:

1. - 2,0; 2. - 2,5; 3. - 3,0; 4. - 3,5.

Acidic amino acid 0,15 M; NaH₂PO₂·H₂O 20 g/l

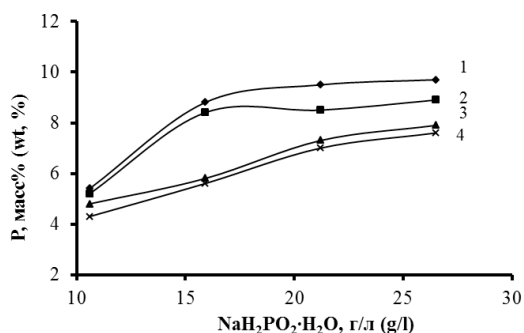


Рис.2. Зависимость содержания фосфора в сплаве от содержания ГФ в электролите. i_k (А/дм²): 1. – 2,0; 2. – 5,0; 3. – 10; 4. – 12.

Fig.2. Phosphorus content in the alloy vs NaH₂PO₂·H₂O in the solution. i_c (A/dm²): 1. – 2,0; 2. – 5,0; 3. – 10; 4. – 12

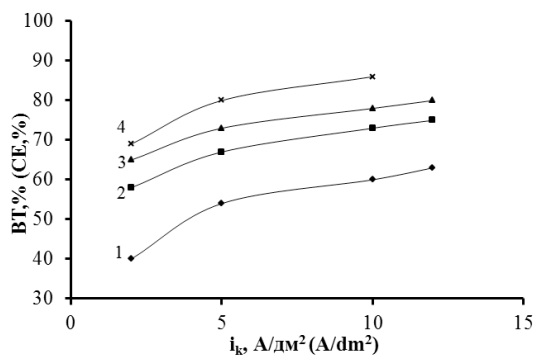


Рис.3. Зависимость ВТ сплава от i_k при различных значениях рН раствора: 1. – 2,0; 2. – 2,5; 3. – 3,0; 4. – 3,5. Дикарбоновая кислота 0,15 моль/л; NaH₂PO₂·H₂O 20 г/л

Fig.3. Alloy CE vs CD. Solution pH: 1. – 2,0; 2. – 2,5; 3. – 3,0; 4. – 3,5. Acidic amino acid 0,15 M; NaH₂PO₂·H₂O 20 g/l

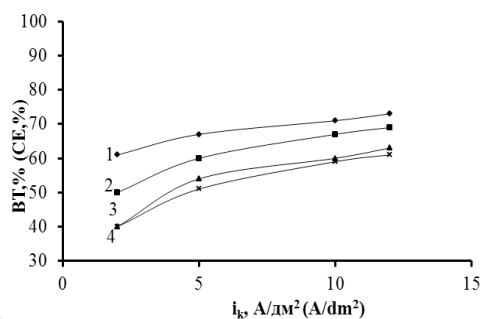


Рис.4. Зависимость ВТ сплава от плотности тока при следующих концентрациях NaH₂PO₂·H₂O, г/л: 1. – 10; 2. – 15; 3. – 20; 4. – 25.

Fig. 4. Alloy CE vs CD. NaH₂PO₂·H₂O, g/l: 1. – 10; 2. – 15; 3. – 20; 4. – 25

Микротвердость сплава никель-фосфор составляет от 2,6 до 4,7 ГПа до термообработки и от 5,5 до 7,5 ГПа после термообработки (рис.5).

Термообработка осадков сплава приводит к качественным изменениям их свойств, вызывает изменение фазового состава, влияющее на его микроструктуру. Изменение фазового состава сплава и приводит к увеличению его микротвёрдости после термообработки.

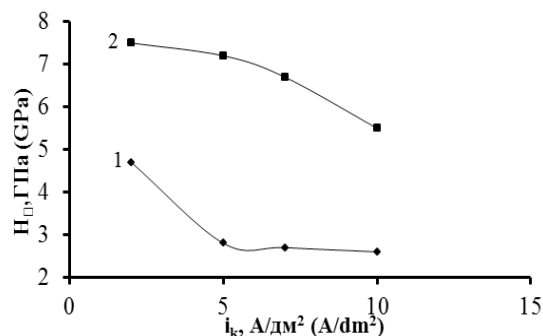


Рис.5. Зависимость микротвердости сплава никель-фосфор от плотности тока i_k : 1-до и 2-после термообработки. Электролит оптимального состава.

Fig. 5. Alloy hardness vs CD. 1.-before, 2.-after heat treatment. Optimal composition of solution

Рентгеноструктурные исследования проводились для осадков сплава, полученных из электролита оптимального состава и содержащих 8,5 и 4,7 масс.% фосфора. Свежеосажденные осадки сплава рентгеноаморфны и характеризуются наличием широкого гало в области $2\theta=40-50^\circ$, что свидетельствует об образовании пересыщенного твердого раствора фосфора в никеле. После термообработки сплава происходит перераспределение атомов в решетке твердого раствора, связанное с движением вакансий. Этот процесс способствует инициированию распада твердого раствора с образованием новых фаз – интерметаллических соединений [13], в нашем случае преимущественно Ni₃P.

Между изменениями содержания фосфора в сплаве и его микротвердостью наблюдаются общие закономерности. Так снижение содержания фосфора в сплаве с увеличением плотности тока (рис.1) приводит к уменьшению микротвердости сплава (рис.5) как до, так и после термообработки.

Поляризационные кривые совместного выделения сплава и водорода, а также никеля и водорода в электролите никелирования приведены на рис. 6. Как видно, введение в сульфатно-хлоридный электролит никелирования гипофосфита натрия приводит к смещению суммарной поляризационной кривой в область менее отрицательных

значений потенциала. Деполяризация связана с эффектом сплавообразования, обуславливающим снижение эффективной энергии активации по сравнению с электрокристаллизацией чистого никеля. Деполяризующее действие гипофосфита наблюдалось во всем исследованном интервале плотностей тока (2-12 А/дм²) и составляло от 125 мВ при 2 А/дм² до 135 мВ при 12 А/дм².

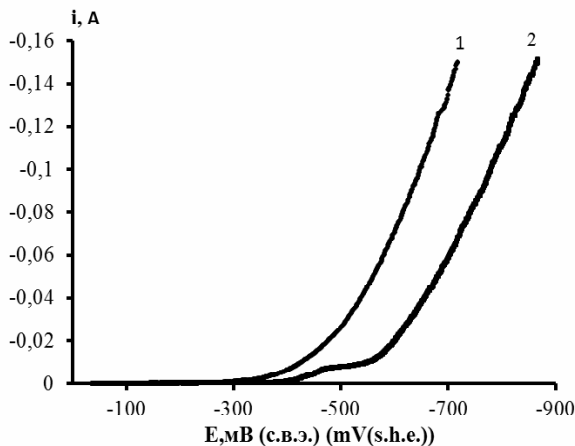


Рис. 6. Суммарные поляризационные кривые выделения сплава и водорода (кр. 1) и никеля и водорода в электролите никелирования (кр.2)
Fig.6. Overall polarization curves: 1. – alloy and hydrogen; 2. – Ni and hydrogen in nickel plating solution

На основании суммарных катодных поляризационных кривых с учетом выхода по току никеля в электролите никелирования и выхода по току сплава никель-фосфор и количественного состава сплава были построены парциальные катодные кривые процессов выделения никеля и водорода (рис.7) и сплава никель-фосфор, никеля в сплав, водорода на сплаве и фосфора (рис.8).

Взаимное расположение парциальных кривых выделения сплава и никеля соответствует расположению суммарных катодных кривых, полученных в этих же электролитах. Введение гипофосфита в электролит никелирования облегчает процесс катодного выделения никеля (рис.7, кр.2 и рис.8, кр.4), что может быть вызвано образованием в прикатодной зоне высокоактивных комплексов типа $[\text{NiH}_2\text{PO}_2]^+$, разряжающихся при менее отрицательных значениях потенциала по сравнению с никелем [4], а также эффектом сплавообразования.

Следует также отметить, что водород на сплаве (рис.8, кр.3) выделяется при менее отрицательных значениях потенциала, чем на никеле (рис. 7, кр.3), что очевидно связано с меньшим перенапряжением водорода на сплаве никель-фосфор, чем на никеле.

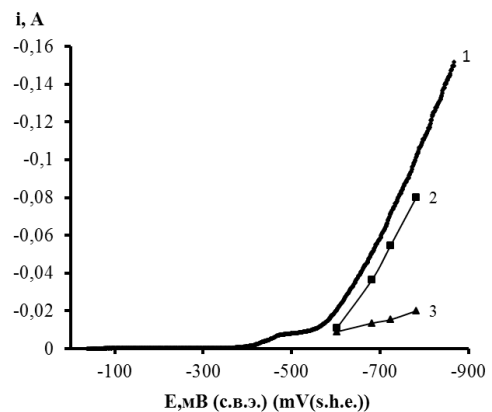


Рис. 7. Суммарная поляризационная кривая выделения никеля и водорода (кр.1) и парциальные поляризационные кривые никеля (кр.2) и водорода (кр.3) в электролите никелирования.

Рис.7. 1. – Overall polarization curve Ni and hydrogen. Partial polarization curves: 2. – Ni; 3. – hydrogen. Nickel plating solution

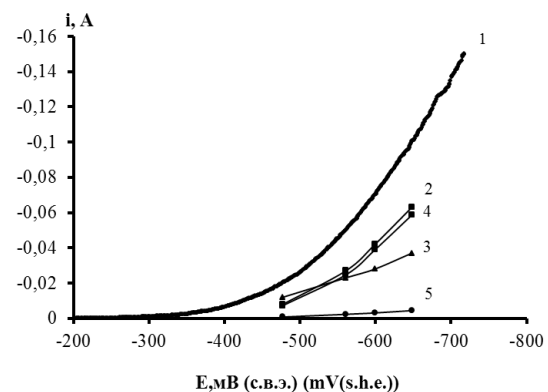


Рис. 8. Суммарная поляризационная кривая выделения сплава и водорода (кр.1) и парциальные поляризационные кривые выделения сплава (кр.2), водорода (кр.3), никеля (кр.4) и фосфора (кр.5).

Fig. 8. 1. – Overall polarization curve alloy and hydrogen; Partial polarization curves: 2. – alloy; 3. – hydrogen; 4. – nickel; 5. – phosphorus

Выводы

1. Показано, что содержание фосфора в сплаве изменяется от 1,1 до 9,7 мас.%. При снижении катодной плотности тока и pH раствора, а также увеличении концентрации гипофосфита натрия содержание фосфора в катодном осадке увеличивается.

2. Выход по току сплава изменяется от 40 до 86% в зависимости от pH раствора, концентрации гипофосфита натрия, дикарбоновой кислоты и катодной плотности тока.

3. Микротвердость сплава находится в интервале значений от 2,6 до 4,7 ГПа до и от 5,5 до 7,5 ГПа после термообработки.

4. Деполяризующее действие гипофосфита составляет от 125 мВ при 2 А/дм² до 135 мВ при 12 А/дм².

5. Рентгеноструктурные исследования показали, что свежесоздаваемые покрытия сплавом никель-фосфор рентгеноаморфны. После термообработки образуются новые фазы фосфидов, преимущественно Ni₃P.

На основании проведенных исследований определены условия получения сплава никель-фосфор. Состав электролита: NiSO₄ · 7H₂O-140 г/л, HCl-1,8 г/л, NaH₂PO₄ · H₂O-10-25 г/л, дикарбоновая кислота 0,15 моль/л, pH 2,5-3,0, температура 50°C, плотность тока 5-10 А/дм². Выход по току сплава 70-80%; содержание фосфора в сплаве 4-8 мас.%, микротвердость сплава 5,5-7,5 Гпа после термообработки (400 °С, 1 час).

Литература

1. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. М.: Химия, 1979.-359с.
2. Вахидов Р.С. Электроосаждение некоторых металлофосфорных сплавов. Автореф. дисс.д-ра хим. Наук.-М, 1974.-41с.
3. Волохова В.И., Вахидов Р.С., Лукьяница А.И. Изучение коррозионной стойкости никель-фосфорных гальванопокрытий // Защита металлов.- 1975.- Т.11, вып.3. - С.370-371.
4. Авербух М.Е., Вахидов Р.С. Электроосаждение никель-фосфорных сплавов из электролитов с различным соотношением компонентов// Электрохимия. - 1976, - Т.12, №3. - С. 397-400.
5. Цупак Т.Е., Лукашова Л.С., Мехтиев М.А., Дахов В.Н., Кудрявцев Н.Т. О стабильности электролитов никелирования с различными буферными добавками // Труды Моск. Хим.-Технолог. Ин-та.-1977.-Вып.95.-С.47-50.
6. Дахов В.Н., Цупак Т.Е., Коптева Н.И., Крыщенко К.И., Гамбург Ю.Д. Электроосаждение никеля и сплава никель-фосфор из разбавленных ацетатных электролитов // Гальванотехника и обработка поверхности. - 1993.-Т.2, №3.-С.30-33.
7. Цупак Т.Е., Юй Фэй, Сударкин И.А. Электроосаждение сплава никель-фосфор из сульфатно-хлоридного электролита, содержащего янтарную кислоту // Ежегодная Всероссийск. Научно-практич. Конф. «Гальванотехника, обработка поверхности и экология-2002»: Сб. докл. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М, 2002.-С. 140.
8. Седойкин А.А., Цупак Т.Е. Электроосаждение никеля из растворов его солей с дикарбоновыми кислотами // Гальванотехни-

ка и обработка поверхности. - 2007. - Т.ХV, №4. - С.10-17.

9. Цупак Т.Е. Ключков Б.Я. Электроосаждение покрытий сплавом никель-фосфор из ацетатно-хлоридных растворов // Сб.:Теория и практика электроосаждения металлов и сплавов. Пенза, ПДНТП. - 1984. - С.63-65.

10. Юй Фэй. Электроосаждение сплава никель-фосфор из сульфатно-сукцинатно-хлоридных электролитов: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Рос. Хим.-технол. ун-т, М.:2003.-16 с.

11. Круглова Н.М. Дровосеков А.Б. Седойкин А.А. Цупак Т.Е. Электроосаждение сплава никель-фосфор из сульфатно-хлоридных электролитов, содержащих глутаровую кислоту// Успехи в химии и хим.технол. Тез.докл.ХIV Междунар.конф.молодых учёных по химии и хим.технол. МКХТ-2000. М. - 2000. - Ч.5. - С.34.

12. Авербух М.Е. Исследование электроосаждения и анодного поведения никель-фосфорных сплавов в различных условиях. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. - Алма-Ата.-1981.-27с.

13. Бирюкова Н. М., Липай М.С., Соколов В.Г. Исследование сплавов на основе никеля, применяемых в электронном приборостроении// Материалы междунар. заоч. науч. конф. Технические науки: проблемы и перспективы. Санкт-Петербург, 2011. - С. 89-92.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ, ГК 16.552.11.7046 с использованием оборудования Центра коллективного пользования им. Д.И. Менделеева

Сведения об авторах

Спицина Александра Александровна, аспирант, кафедра ТЭП, РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д.9.

Spitsina A.A., post graduate student, Electrochemical Eng. Dpt., Mendeleev University of Chemical Technology, 125047 Moscow, Miusskaya sgu. 9

Цупак Татьяна Евгеньевна, д.т.н., проф., e-mail gtech@muctr.ru; тел. (499)978-59-90

Tsupak T.E., Prof., doctor of chemical sci. e-mail gtech@muctr.ru; tel. (499)978-59-90.

УДК 621.3.049.75/620.172.251.225

Пластичность медного покрытия в отверстиях печатных плат. Результаты последних исследований

Медведев А.М., Мылов Г.В.

Ключевые слова: латунь; печатные платы, металлизация отверстий, пластичность.

Определены требования к пластичности металлизации отверстий печатных плат для обеспечения их устойчивости к температурным нагрузкам, возникающим при пайке. Установлено, что пластичность меди в отверстиях композитных оснований не должна быть меньше 6%. Современные электролиты меднения после очистки от органических примесей обеспечивают пластичность порядка 12-18%.

Printed-circuit boards. Ductility of Copper Layer in the Through-holes. Results of Recent Research

Medvedev A.M., Mylov G.V.

Key words: printed-circuit board, metallization of through-holes, ductility.

Reliability of copper layer in the through-holes under the action of thermo-mechanical pressure depends on the ductility of electrodeposited copper.

Difference between thermal expansion of copper and the dielectric base of printed-circuit boards create powerful cause of thermo-mechanical rupture of metal layer in the through-holes destructions of internal interconnections in multilayer structures of printed-circuit boards (Fig. 1). Standards of requirements to a thickness metallization and ductility of copper were established in the course of manufacture of ordinary printed-circuit boards with reference to the use of traditional technologies of the soldering by tin-lead solders. A return to the consideration of a problem of ductility of copper is caused first of all by the implementation of lead-free solders, initiated by the European Directive RoHS [1], as these solders need higher temperature of soldering. Higher temperature is a cause of greater deformations of metallization of holes (Fig. 2) and requires to reconsider the requirements to the ductility of copper [2,3]. At the same time, the tendency to reduce the diameter of the holes, and to reduce the area of cross-section area of metallization is everywhere observed [4]. Smaller area means smaller resistance to rupture. Therefore, along with good ductility, metallization of holes of printed-circuit boards should provide higher breaking strength. In this connection deformation of metallization of holes during the heating at soldering temperatures has been investigated (Fig 3) [5-7]. The purpose of this research was a revision of standard specifications for the ductility of copper in holes of printed-circuit boards. It was shown (Fig. 4) that the elongation of copper deposition in holes of modern printed-circuit boards should not be less than 6 % [8]. Modern copper electrolytes for the metallization show elongation of copper of about 12-18 % [9].

Актуальность проблемы

Устойчивость металлизации отверстий печатных плат к термомеханическим напряжениям обеспечивается прочностью на разрыв и пластичностью гальванически осаждаемой меди.

Различия в коэффициентах теплового расширения меди и диэлектрика оснований плат

создают мощные термомеханические факторы разрыва металлизации отверстий, разрушения внутренних межслойных соединений в многослойных структурах печатных плат – соединений торцов контактных площадок внутренних слоев с металлизацией отверстий (рис. 1). Стандартные нормы требований к толщине меди в отверстиях, ее

прочности и пластичности установились в процессе производства ординарных печатных плат применительно к использованию традиционных технологий пайки оловянно-свинцовыми припоями. Возврат к рассмотрению проблемы пластичности меди обусловлен в первую очередь переходом на бессвинцовые припои, инициированным общеевропейской директивой RoHS [1], отличающиеся более высокой температурой пайки, а также повсеместным применением групповых нагревов для пайки электронных компонентов на платах. Более высокие температуры создают большие деформации металлизации отверстий, что заставляет пересмотреть требования к пластичности меди. Вместе с тем, повсеместно наблюдается тенденция к уменьшению диаметра металлизированных отверстий, а значит и к уменьшению площади поперечного сечения металлизации (осадка меди). Меньшие сечения имеют меньшее сопротивление разрыву. Поэтому, наряду с хорошей пластичностью, металлизация отверстий печатных плат должна обеспечивать и более высокую прочность на разрыв. В связи с этим была исследована деформация металлизации отверстий при нагреве до температур пайки. Цель исследований – пересмотр норм на пластичность меди в отверстиях печатных плат.

Существо проблемы

Элементы межслойных соединений подвергаются воздействию термических нагрузок в процессе изготовления, монтажа и циклических изменений температур при эксплуатации аппаратуры. Различия в температурных коэффициентах линейного удлинения (ТКЛУ) проводящих структур и диэлектрика вызывают в элементах элект-

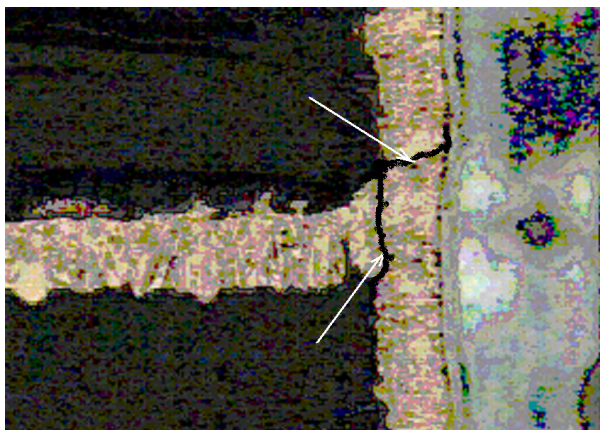


Рис. 1. Микрошлиф разрушенного межсоединения в результате термоудара во время пайки

Fig.1. Microsection of broken interconnection observed at soldering temperature

рических соединений термомеханические напряжения различной интенсивности. В продольных направлениях композиционных оснований печатных плат, армированных стеклотканью, различия в ТКЛР настолько незначительны, что они не сказываются на прочности соединений продольной структуры. В направлении, перпендикулярном плоскости армирования, различия в линейном удлинении настолько значительны ($17 \cdot 10^{-6}$ для меди и $(100 \div 400) \cdot 10^{-6}$ мм/мм для диэлектрического основания), что возникающие при температурных нагрузках термомеханические напряжения способны разрушить межслойные соединения [1]. Проблема устойчивости межсоединений к групповому нагреву усугубилась в связи с введением в действие Директивы Европейского союза RoHS, предписывающей использование бессвинцовых припоев с температурой плавления 217°C , взамен ранее использовавшихся оловянно-свинцовых припоев с температурой плавления 183°C [2].

Известно, что устойчивость металлизированных отверстий к термомеханическим нагрузкам обеспечивается толщиной медного осадка и его пластичностью. Стандартные нормы требований к металлизации по этим критериям качества установились в процессе многолетней практики изготовления и эксплуатации электронной аппаратуры с печатным монтажом с отношением толщины платы к диаметру отверстия от 1:1 до 3:1. При размере сквозных отверстий менее 0,3 мм это отношение может достигать значений от 5:1 до 10:1. В таких конструкциях МПП отношение жесткостей сечений металлизации отверстий и окружающего их материала основания платы складывается не в пользу металлизации: в условиях температурных воздействий значительно увеличивается деформация металлизации отверстий. Это явление усугубляется уменьшением пластичности медной металлизации с ростом температуры пайки.

Статистика показывает, что особенно большой поток отказов межслойных соединений наблюдается в аппаратуре, систематически подвергающейся воздействию циклических изменений температур (термоциклов). По данным длительной эксплуатации одного из авиационных комплексов отказы печатного монтажа распределяются следующим образом: металлизированные отверстия – 24 %, внутренние соединения – 72 %, печатные проводники внутренних слоев – 0,1 %, изоляция – 2 %, пайки – 2,5 %, обрывы проводов – 0,3 %, остальное – 0,6 %. Сопоставление количества отказов МПП в стационарной аппаратуре, эксплуатирующейся в условиях относительного постоянства температур в аэрокосмической или автомобильной отраслях, даёт разницу почти в три порядка. Это убеждает в том, что, если уровень переменных термомехани-

ческих напряжений превосходит определенный предел, идет процесс постепенного накопления повреждений, который завершается усталостными разрушениями соединений.

Модель термомеханических напряжений

Термомеханические напряжения при нагреве приводят к растяжению металлизации вдоль оси отверстия (осевые напряжения) и изгибу контактных площадок. Наибольшая концентрация изгиба сосредотачивается на стыке с металлическим цилиндром отверстия (напряжение изгиба). Типичное искажение формы отверстия при нагреве схематично показано на рис. 2.

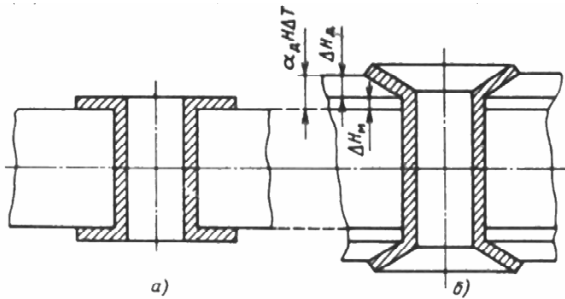


Рис. 2. Искажение формы металлизированного отверстия при нагреве: $\alpha_d H \Delta T$ – температурное расширение диэлектрика; ΔH_d – доля расширения диэлектрика; ΔH_m – доля расширения металлизации отверстия.

Fig.2. A distortion of the shape of the shape of the through-hole caused by heating;
 ΔH_d – relative expansion of a dielectric; ΔH_m – relative expansion by metal.

Ранее было показано [4], что деформация меди (ϵ_M) в перпендикулярном направлении Z равна:

$$\epsilon_M = (\alpha_d - \alpha_M) \cdot (T - T_0) \cdot (1 + J_M / J_d)^{-1} \quad (1)$$

где α_d и α_M – ТКЛУ, K^{-1} , T и T_0 – температура нагрева и нормальная температура, K ; J_M и J_d – условные жесткости меди и диэлектрика. Если ϵ_M превышает предел прочности медного осадка в отверстии, происходит кольцевой разрыв металлизации.

Если силы сцепления медного покрытия со стенками отверстия малы, напряжения сдвига могут реализоваться в разрыве внутреннего соединения (рис. 1).

Методика экспериментальных исследований

Известен стандарт на измерения пластичности по репликам с технологического поля заго-

товки печатных плат [3, 4]. Известны также [5,6] основные принципы исследования напряжений в металлизации сквозных отверстий на основе использования микрометрических датчиков перемещений, регистрирующих приращение толщин диэлектрического основания и металлического цилиндра (осадка) в сквозном отверстии по мере нагрева МПП. Повышение точности измерений в широком температурном диапазоне обеспечивается использованием кварцевых держателей образцов и стержней передачи перемещений [6]. Были попытки [7] использования накладных тензометрических микродатчиков для измерения малых удлинений (экстензометров) для исследования деформации осадков в сквозных отверстиях во время пайки. Сопоставление результатов измерения температурных расширений этими двумя методами, полученными разными авторами, демонстрирует их неоднозначность из-за неопределенности баз отсчета в первом случае и слабой чувствительности тензометрии для малоразмерных образцов, к каким относятся отверстия МПП – во втором случае [7].

В настоящей работе воспользовались собственной методикой исследования термомеханических напряжений, по которой само исследуемое металлизированное отверстие используется в качестве тензодатчика для измерения его температурных деформаций. Для этого исходили из следующих предпосылок. Связь изменения омического сопротивления медной металлизации с ее деформацией: $\Delta R/R = k \epsilon_M$, где k – тензочувствительность элемента (в данном случае, самого металлизированного отверстия – осадка), ϵ_M – деформация медной металлизации в отверстии. Поскольку $R = \rho H/S$, дифференциальная форма выражения $\Delta R/R$ имеет вид $dR/R = d\rho/\rho + dH/H - dS/S$, где ρ – удельное электрическое сопротивление осадка меди, H – толщина платы (длина металлизированного цилиндра сквозного отверстия), S – площадь поперечного сечения кольца металлизации отверстия, перпендикулярного его оси. При малом относительном удлинении $d\epsilon = dH/H$ относительное изменение площади сечения $dS/S = -2\mu(dH/H)$. Поэтому

$$dR/R = d\rho/\rho + \epsilon + 2\epsilon\mu, \quad (2)$$

где μ – коэффициент Пуассона.

Тогда тензочувствительность элемента – металлизации отверстия (т.е. тензочувствительность осадка меди):

$$k = (dR/R)\epsilon^{-1} = (1 + 2\mu) + (d\rho/\rho)^{-1} \quad (3)$$

Выражение (3) состоит из двух частей:

- геометрической части, зависящей от ρ и отображающей изменение электрического сопротивления только за счет изменения размеров металлического цилиндра вследствие его продольной деформации,

- и физической части, связанной с изменением удельного сопротивления металлизации при удлинении: $d\rho/\rho = B dV/V$ и отражающей линейную зависимость между изменением удельного сопротивления и относительным изменением объема dV/V . B - коэффициент Бриджмена.

В случае одноосного нагружения, возникающего в металлизации отверстия при нагреве,

$$d\rho/\rho = B(1 - 2\mu)\varepsilon \quad (4)$$

Объединяя (3) и (4), получаем;

$$k = 1 + 2\mu + B(1 - 2\mu)^* \quad (5)$$

Непосредственное влияние температуры на изменение сопротивления металлизации учитывается, исходя из известного соотношения: $d\rho/\rho = T^{-1}$. Для чистой меди $B = 1$, по крайней мере, для температурного диапазона от 0 до 300°C. Отсюда по (5) численное выражение тензочувствительности металлизации отверстий равно 2. Т.е. относительное удлинение металлизации на 1% приводит к изменению омического сопротивления металлизации отверстия на 2%. Для исследований деформаций в пределах 6% с разницей в 0,1% необходимая точность измерения сопротивлений практически обеспечивалась четырехзондовым методом с приборами первого класса точности. Для обеспечения контактирования четырех зондов провода к контактным площадкам припаивались холодными галлиевыми припоями, которые после образования твердых растворов выдерживали без разрушения температуру до 800°C (рис. 3).

Результаты экспериментальных исследований деформации

Результаты измерений деформации металлизированного отверстия диаметром 0,8 мм в МПП толщиной 1,6 мм, показанные на рис.4, дают хорошее совпадение с результатами графоаналитического анализа, проведенного на базе нелинейной модели термомеханических деформаций сквозных металлизированных отверстий.

* При выводе этого уравнения не учитывался факт наличия на поверхности меди припоя, поскольку при термомеханических воздействиях в процессе пайки припой находится в расплавленном состоянии.

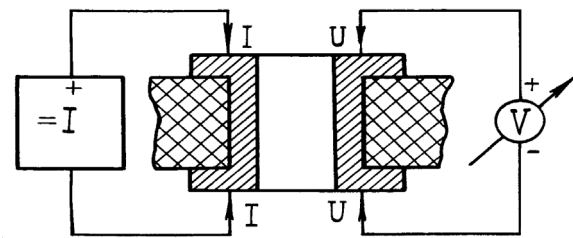


Рис.3. Схема измерения сопротивления металлизации отверстия четырехзондовым методом: I – токовые зонды, U – потенциальные зонды.
Fig.3. The circuit used for the four-point method of resistance measurement; I – current measuring device; U – potential measuring

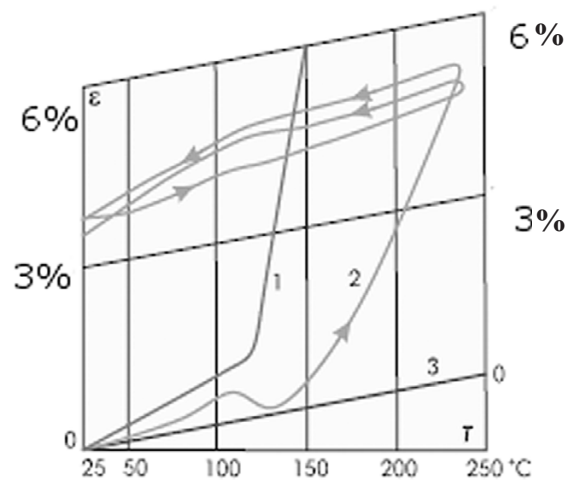


Рис. 4. Экспериментально полученные диаграммы температурной деформации металлизированного отверстия: 1 и 3 – диаграммы свободного расширения диэлектрика и меди; 2 – экспериментальная диаграмма деформации металлизированного отверстия.
Ось ординат: термомеханическая деформация меди отверстия относительно ее температурного расширения, ось абсцисс – температура нагрева металлизированного отверстия в процессе пайки.

Fig.4. Experimental diagrams of temperature deformations of metalized through-hole: 1, 3 – diagrams of free copper and dielectric expansions; 2 – experimental diagram of the deformation for the metalized through-hole.
Ordinate – thermo mechanical deformation of copper, abscises – heating temperature

Сочетание больших деформаций металлизации отверстий при температурных нагрузках и уменьшение пластичности меди может при определенных условиях приводить к разрыву металлизации отверстий или сдвигу металлизации относительно стенок отверстий, если не принять мер для увеличения пластичности гальванических осадков при температурах, соответствующих возможному нагреву МПП. В табл.1 приведены пороговые значения температур разрушения межсоединений в МПП.

Таблица 1. Пороговая температура начала разрушений.
Table 1. Minimum temperature causing destruction

Отношение толщины МПП к размеру отверстия, H/d Aspect ratio	2:1	3:1	5:1	10:1	20:1
Пластичность металлизации, % Ductility	Пороговая температура, °C. Minimum temperature causing destruction				
4	290	250	220	210	190
6	320	290	260	240	220
8	380	350	320	280	260

При больших температурных деформациях, недостаточной пластичности металлизации и плохом сцеплении металлизации со стенками сквозных отверстий МПП возможно разрушение внутренних соединений. Для выявления такого дефекта достаточно после термоудара (оплавления) спровоцировать окисление (влага + тепло) соприкасающихся поверхностей физического контакта металлизации отверстий с торцами внутренних контактных площадок и по результатам измерений сопротивления внутренних соединений диагностировать надежность МПП.

Усталостные малоцикловые разрушения возможны только при переходе в область пластических деформаций. Чем глубже температурные деформации уходят в область пластических деформаций, тем раньше начинаются отказы соединений в процессе эксплуатации. Предложен-

ными средствами контроля состояния соединений в МПП начало пластических деформаций обнаруживается как появление гистерезиса в диаграмме температура - сопротивление элемента цепи. Проведенные исследования позволяют количественно оценить влияние толщины металлизации сквозных отверстий на температуру, соответствующую началу пластических деформаций (табл.2).

Локальные дефекты, особенно в виде кольцевых утонений, значительно уменьшают устойчивость металлизации отверстий к циклическому воздействию температур.

Данные исследований демонстрируют бесполезность проведения термоциклирования для разбраковки печатных плат путем выявления ослабленных элементов соединений, потому что циклические нагрузки разрушают дефектные элементы, но и создают усталостные ослабления

Таблица 2. Начало пластической деформации при нагреве.
Table 2. Appearance of plastic deformation caused by heating

Толщина металлизации (медного осадка) в отверстии МПП, мкм Thickness of copper layer, μm	Отношение толщины МПП к диаметру сквозного металлизированного отверстия (H/d) Aspect ratio		
	2:1	3:1	5:1
	Температура начала пластической деформации, °C Temperature at deformation, °C		
10	75	60	50
15	85	73	55
20	95	80	60
25	100	85	65
30	110	90	70

соединений, близкие к границе различия качественных и дефектных элементов. Это обусловлено еще и тем, что граница качества между дефектными и качественными элементами размыта. Между ними всегда существуют промежуточные состояния, которые характеризуют возможность отказов соединений, вызванных усталостными явлениями [3-5].

Следующую публикацию планируется посвящать процессу электрохимического меднения печатных плат, обеспечивающему высокий уровень пластичности и равномерности распределения толщины

Заключение

Проведенные исследования показывают, что для современных требований устойчивости к групповому нагреву при пайке необходимо обеспечивать пластичность медной металлизации в отверстиях печатных плат не менее 6%. Учитывая, что по мере загрязнения электролита меднения пластичность падает, после очередной очистки электролита нужно добиваться пластичности с упреждением не менее 8%. Существующие процессы металлизации с патентованными добавками позволяют получить пластичность порядка 12-18%. Гальванические линии с постоянной фильтрацией электролита обеспечивают его очистку от загрязнений для предотвращения потери пластичности [9].

По результатам проведенных исследований и испытаний в отраслевой стандарт обоснованно введены соответствующие изменения в сторону увеличения требований к пластичности меди в отверстиях печатных плат от 3,5% (как было раньше) до 8% [8, 9].

Литература

1. Медведев А.М. Форум по бессвинцовой технологии пайки // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 3.
2. A. Medvedev. Optimierte Leiterplatten für die bleifreie Löttechnologie (Physikalische Grundlagen der Verbindungszuverlässigkeit) – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten – EBL 2008". Schwabenlandhalle Fellbach. 13 – 14.02.2008.
3. ГОСТ Р 9ю317-2010. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические. Методы измерения пластичности (ISO 8401:1986. Metallic coatings — Review of methods of measurement of ductility (MOD) // Москва. Стандартинформ. 2012.
4. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. – Москва: Техносфера, 2005. – 360 с.
5. Smits F.M. Measurement of Sheet Resistivities with the four Probe. – Bell System Techn., 1978 - v. 37, p. - 711-718.
6. Чеканов А.Н. // Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры. – М: КНОРУС, 2012 – 440 с.
7. А.с. 634084 (СССР). Устройство для контроля металлизированных отверстий печатных плат/В.Д. Орлов, В.И. Широков, Э.П. Максаков. Опубл. В Б.И., 1978, № 43.
8. ОСТ 107.460092.028. Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления.
9. Шкундина С.Е. Производство печатных плат: очистка электролитов меднения от органических загрязнений. // Производство электроники. Технологии, оборудование, материалы. 2010 - № 5.

Справка об авторах

Медведев Аркадий Максимович, д.т.н., профессор, кафедра «Технология приборостроения», Московский Авиационный Институт (ТУ), , 125995, Москва, Волоколамское шоссе, 4. Тел. 8(495)158-46-48, medvedevam@bk.ru

Мылов Геннадий Васильевич, директор, производственно-технический комплекс "Печатные платы", ОАО "Рязанский государственный приборный завод", 390000, Рязань, ул.Семинарская 32. E-mail: pcb@grpz.ryazan.ru,

Medvedev Arkadiy Maksimovich, Professor, Doct. of techn. Sc., Head of Dpt. "Technology Electronic Equipments", Moscow Aviation Institute, 125995, Moscow, Volokolamskoe Sh., 4. Ph. +7(495)158-46-48, E-mail: medvedevam@bk.ru

Mylov Gennadiy Vasilevich - Director of a technological complex "Printed-circuit boards", JSC Ryazansky state instrument plant, 390000, Ryazan, Seminarskaya St., 32.tel.: - (4912) 98-38-91, E-mail: pcb@grpz.ryazan.ru

УДК 621.357.7; 621.891.22:62-19

Износостойкость и антифрикционные свойства гальванических покрытий. Методы определения

Виноградов С.Н., Перельгин Ю.П., Киреев С.Ю.

Ключевые слова: износостойкость, антифрикционные свойства гальванических покрытий; методы сравнительных испытаний.

Описаны устройства для проведения сравнительных испытаний на износостойкость и антифрикционные свойства гальванических покрытий. На большом числе примеров покрытий металлами и сплавами показана эффективность предлагаемых установок.

Wear Resistance and Antifriction Properties of Electrodeposited Coatings. Methods of Determination

Vinogradov S.N., Perelyygin Yu.P., Kireev S.Yu.

Key words: antifriction properties, electrodeposited coatings, methods of determination.

Devices for a comparative measurements of wear resistance (Fig.1) and antifriction properties (Fig.2) have been proposed. The latter is estimated by friction force, friction coefficient and adjusting time. These devices were used for the study of properties of coatings by Pd, Pd alloys and Ni obtained at various plating conditions (d.c., pulse currents) from various baths as well as Sn, Zn and Sn-Zn coatings (Table 1). Results obtained have shown that these devices give good results. To carry out comparative tests the measurements should be made at similar conditions (the load to indenter), surface roughness, indenter material and geometric parameters).

Введение

Физико-механические и химические свойства гальванических покрытий (коррозионная стойкость, микротвердость, паяемость, переходное электрическое сопротивление, пористость и др.) являются важными характеристиками их качества, которые и обуславливают область их применения. Развитие техники требует необходимость разработки гальванических покрытий, обладающих высокими износостойкостью и антифрикционными свойствами. Причиной написания данной работы явилось то, что в ГОСТе 9.302-88 [1] не приводятся методы определения износостойкости и антифрикционных свойств покрытий.

Методика эксперимента

Как показали многочисленные исследования [2, 3], определение износостойкости покры-

тий можно проводить на установке, описанной в [4] (рис.1). Образец (1) с известной толщиной покрытия устанавливается на подвижной плоскопараллельной площадке (2), которая совершает возвратно-поступательное движение при помощи электродвигателя РД-09 (3). В результате возвратно-поступательного движения образец подвергается воздействию индентора (4) – бронзового цилиндра диаметром 1 мм, что обеспечивает постоянство площади контакта при нагрузке на него 1 или 2 Н. Бронзовый цилиндр-наконечник крепится в стержне (5), на верхний конец которого надеваются съемные разновесы (6), используемые для нагрузки. Стержень расположен в сепараторе (7), что обеспечивает плавное перемещение бронзового цилиндра-наконечника в вертикальном направлении. Измеряемым показателем является число двойных возвратно-поступательных дви-

жений образца с покрытием, которое затрачивается до появления металла основы и пересчитанное к толщине покрытия равной 1 мкм.

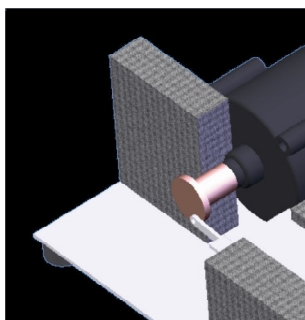


Рис. 1. Внешний вид прибора для испытания покрытия на износостойкость: 1. – образец с покрытием, 2. – плоскопараллельная площадка, 3. – двигатель типа РД-09 (78 об/мин), 4. – индентор, 5. – стержень, 6. – разновес, 7. – сепаратор.

Fig. 1. Appearance of the tester for wear resistance:

1. – a sample with a coating, 2. – plane-parallel platform,
3. – RD-09 type engine (78 rpm), 4. – indenter, 5. – rod,
6. – weights, 7. – separator

Антифрикционные свойства металлов и сплавов, как правило, оцениваются по следующим параметрам: прирабатываемость, коэффициент и сила трения [5]. На рис. 2 изображена установка, на которой проводили испытания антифрикционных свойств покрытий. Трущаяся пара представляет собой бронзовый цилиндр (7) диаметром 0,8 мм и образец с покрытием (9) в виде кольца (диаметром 40 мм), который крепится на валу двигателя (12) РД-09. Сила трения (F) определялась при помощи граммометра 4Г10-5. Прирабатываемость покрытия определялась по времени (τ) образования ровной гладкой дорожки на покрытии. Коэффициент трения (f) рассчитывали по уравнению

$$f = F/P$$

где, P – нагрузка на образец с покрытием.

Износостойкость и антифрикционные свойства покрытий в значительной степени зависят от шероховатости поверхности образца с покрытием. В приведенных исследованиях гальванические покрытия наносились на образцы из меди марки М1 или М00 размером 10*30 мм и толщиной 0,3-0,5 мм с шероховатостью поверхности Rz равной 2,5-0,63 (8-9 класс) [6].

Результаты и обсуждение

Из литературы известно, что износостойкость сплавов Pd-Ni (25%) и Pd-Co (25%) превос-

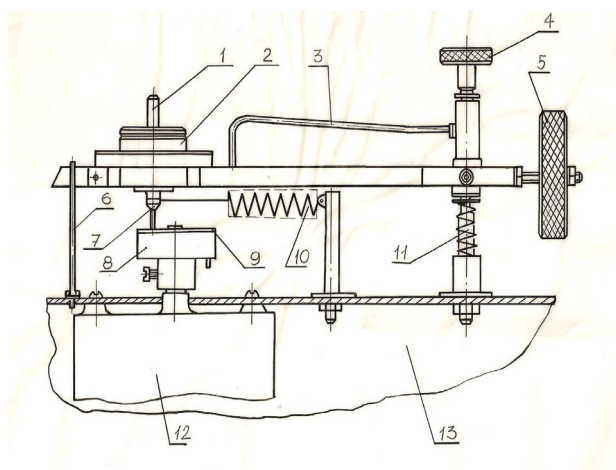


Рис. 2. Схема установки для исследования антифрикционных свойств покрытий: 1. – стержень, 2. – разновесы, 3. – индикатор перпендикулярности действия нагрузки, 4. – прижимной винт, 5. – противовес, 6. – контрольная стойка, 7. – индентор – бронзовый цилиндр, 8. – столик для расположения образца с покрытием, 9. – образец с покрытием, 10. – граммометр (повернут на 90°), 11. – пружина, 12. – электродвигатель марки РД-09.

Fig. 2. The installation scheme for anti-frictional properties of coatings: 1. – rod, 2. – weights, 3. – indicator of perpendicularity of action of loading, 4. – clamping screw, 5. – balance weight, 6. – control rack, 7. – an indenter – the bronze cylinder, 8. – a little table for a sample arrangement with a coating, 9. – a sample with a coating, 10. – dynamometer (will turn on 90°), 11. – spring, 12. – RD-09 brand electric motor

ходит износостойкость палладиевого покрытия, соответственно, в 14 и 25 раз [2]. Легирование серебра палладием (3-6%) приводит к увеличению износостойкости покрытия сплавом по сравнению с серебряным покрытием в 4-10 раз [2]. Износостойкость электролитического сплава палладий-золото (60%) превосходит износостойкость покрытия золотом в 14 раз, а износостойкость покрытия сплавом палладий-сурьма превосходит износостойкость палладия более чем в 4 раза [2].

Предложенная установка (рис. 1) использовалась в настоящей работе для исследования покрытий различными металлами и сплавами. Износостойкость палладия при нагрузке на индентор 2 Н характеризовалась 7000 двойных возвратно-поступательных движений (ДВПД) на 1 мкм покрытия. Износостойкость сплава Pd-In (18-20%), измеренная при такой же нагрузке, возрастала до 23000 ДВПД. Таким образом износостойкость сплава Pd-In (18-20%) превосходит износостойкость покрытия палладием в 3-3,5 раза [3]. Увеличение индия в сплаве до 36% приводило к уменьшению износостойкости до 3300 ДВПД.

Износостойкость (нагрузка на индентор 2 Н) покрытий никелем, осажденных на посто-

Табл. 1. Антифрикционные свойства покрытий металлами и сплавами.
Table. 1. Antifrictional properties of coverings metals and alloys

Покрытие Coating	Нагрузка на индентор, Н Load of an indentor, N	Антифрикционные свойства Antifrictional properties			Литература Literature
		F, Н	f	τ , с	
Pd	0,245	0,11	0,44	360	3
	0,49	0,21	0,44	300	
Pd-In (20%)	0,245	0,049	0,2	300	3
	0,49	0,098	0,2	280	
Pd-Ni (25%)	0,245	0,078	0,32	4500	3
	0,49	0,147	0,3	1800	
Pd-Co (25%)	0,245	0,059	0,24	420	3
	0,49	0,118	0,24	360	
Pd-Bi (25%)	0,245	0,098	0,4	480	
		0,147	0,3	420	
Sn	0,49	0,16	0,32	160	8
Zn	0,49	0,20	0,4	200	9
Sn-Zn (15-20% Zn)	0,49	0,14	0,28	135	10
Sn-Zn (48-52% Zn)	0,49	0,12	0,24	105	10

янном токе из концентрированного по ионам металла электролита [7], составляла 1740 ДВПД, а износостойкость никелевого покрытия, полученного из того же электролита на импульсном токе - 2300. Последнее несколько ниже, чем у покрытий, сформированных из разбавленного по ионам никеля электролита (2900 ДВПД) [7].

Как видно из таблицы, в которой приведены результаты испытаний антифрикционных свойств, сплав палладий-индий обладает наиболее низким значением силы трения и коэффициента трения, а также малым временем прирабатывания по сравнению с другими сплавами на основе палладия.

Покрытия оловом, цинком и сплавами Sn-Zn (15-20%) и Sn-Zn (48-52%) обладают низкими значениями силы и коэффициента трения и меньшим временем прирабатывания по сравнению с покрытиями палладием и его сплавами, что, по-видимому, можно объяснить эффектом «твердой смазки» [5].

Выводы

Предлагаемые установки позволяют достаточно быстро проводить испытания гальванических покрытий на износостойкость и антифрикционные свойства без существенных материальных затрат. Для сравнения результатов исследования их следует проводить при одинаковых условиях (нагрузка на индентор, шероховатость поверхности подложки, на которую наносится гальваничес-

кое покрытие и его толщина, материал и геометрические параметры индентора), что гарантирует воспроизводимость измерений.

Литература

1. ГОСТ 9.302-88 Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля. - М.: Изд-во стандартов, - 1988. - С. 65.
2. Виноградов С.Н. Электроосаждение сплавов палладия. - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1978. - С. 92.
3. Перельгин Ю.П. Электроосаждение индия и сплавов на его основе. Распределение тока между совместными реакциями восстановления ионов на катоде: дис. доктора тех. наук. М. - 1996. - 235 с.
4. Виноградов С.Н., Шумилина Н.И. Электроосаждение сплава палладий-кадмий из аммиачно-трилонатного электролита // Защита металлов. - 1976. - Т.12, №.4. - С. 482-484.
5. Гаркунов Д.Н. Триботехника. - М.: Машиностроение, 1985. - С. 424.
6. ГОСТ 1173-2006. Фольга, ленты, листы и плиты медные. Технические условия. - М.: Изд-во стандартов, - 2007. - С.27.
7. Киреев С. Ю., Киреева С. Н., Липовский В. В. О влиянии импульсного тока на свойства никелевых покрытий, полученных из суль-

фатного электролита с добавкой молочной кислоты// Защитные и специальные покрытия, обработка поверхности в машиностроении и приборостроении: сб. докл. VII Всерос. науч.-техн. конф. (Пенза, 2010 г.) – Пенза, 2010. – С. 39–41.

8. Перельгин Ю. П., Киреев С. Ю., Киреев А. Ю. Электроосаждение олова из кислого лактатного электролита на постоянном электрическом токе// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2007. – № 6. – С. 131–134.

9. Перельгин Ю.П., Киреев С.Ю., Ягниченко Н.В. Электроосаждение цинка из кислого лактатного электролита //Гальванотехника и обработка поверхности. – 2011. –Т.19, №3. – С. 30–32.

10. Перельгин Ю. П., Киреев С. Ю., Киреев А. Ю. Электролитическое осаждение сплава олово-цинк из кислого лактатного электролита// Гальванотехника и обработка поверхности. – 2008. – Т.16, № 2. – С. 47–48.

Сведения об авторах

Виноградов Станислав Николаевич, профессор, д.т.н., Пензенский государственный университет, ул. Красная 40, Пенза, 440026, Россия. тел.(841-2)-36-82-30. E-mail: hms@pnzgu.ru.

Перельгин Юрий Петрович, профессор, д.т.н., зав. кафедрой «Химия», тел.(841-2)-36-82-70. E-mail: pyp@pnzgu.ru.

Киреев Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент, тел. (841-2)-36-82-70. (E-mail: Sergey58_79@mail.ru).

Vinogradov Stanislav N., professor, doctor of technical sciences, Penza State University, Krasnaya street 40, Penza, 440026, Russia, Phone: (841-2) 368270, fax: (841-2) 565122, e-mail: hms@pnzgu.ru.

Perelygin Yurii P., professor, doctor of technical sciences, Head of Chemistry department, Phone: (841-2) 368270, fax: (841-2) 565122, e-mail: pyp@pnzgu.ru

Kireev Sergei Yu., PhD, ass. professor. Phone: (841-2) 368270, fax: (841-2) 565122, e-mail: Sergey58_79@mail.ru.

MPL - Buffoli Impianti (Италия) проектирует и производит «под ключ» линии для нанесения гальванических покрытий на металл и пластик в соответствии с нормами охраны окружающей среды. Каждая линия проектируется под определенные требования Заказчика с учетом особенностей производства.



Обработка алюминия и легких сплавов: анодирование, твердое анодирование, полирование, химическое окрашивание и электроокрашивание профилей и арматуры для судостроительной, строительной и машиностроительной промышленности.

Аэрокосмическая промышленность: химическое преобразующее покрытие, оксидирование легких сплавов, химическое травление алюминиевых и титановых конструкций самолетов.

Военная промышленность: различные виды финишных покрытий, в том числе воронение, фосфатирование, анодирование и покрытие с нанесением твердого хрома.

Телекоммуникационная, электротехническая и электронная промышленность: линии для нанесения покрытий на соединители, печатные платы, выключатели низкого и высокого напряжения.

Сантехническая промышленность: линии для нанесения никелево-хромового покрытия (на изделия из латуни, ABS и ЦАМа) гарантируют максимальную производительность с минимальной площадью, необходимой для размещения линии.

Автомобильная промышленность: линии проектируются и разрабатываются в соответствии с техническими условиями автомобильной отрасли.

buffoli GROUP

MPL - Buffoli Impianti входит в группу компаний Buffoli group

Официальный представитель
MPL - Buffoli Impianti в РФ

Kovintrade
SLOVENIA

Москва, ул. Мясницкая, 15, офис 4
тел. (495) 363-43-80, факс (495) 363-43-81
e-mail: info@kovintrade.ru http://www.kovintrade.ru

Персоналии

**Ректору РХТУ им. Д.И.Менделеева
профессору Колесникову 60 лет**



Исполнилось 60 лет доктору технических наук, профессору, ректору Российского химико-технологического университета Колесникову Владимиру Александровичу.

Колесников В.А. закончил Московский химико-технологический институт имени Д.И.Менделеева (МХТИ им. Д.И.Менделеева) в 1974 году по специальности «Технология электрохимических производств». Ещё в студенческие годы он занялся научной работой, а в 1975 году поступил в аспирантуру института. С тех пор и по настоящее время он работает в этом институте (в настоящее время Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева).

Диссертационная работа Владимира Александровича была посвящена изучению строения двойного электрического слоя на электродах из двуокиси свинца, которую он успешно защитил в 1978 году на ученом совете Института электрохимии им. А.Н.Фрумкина АН СССР.

В период с 1978 по 1983 годы он ассистент кафедры технологии электрохимических производств. Им продолжены работы по исследованию электрохимических свойств оксидно-рутениевых, оксидно-иридиевых, оксидно-кобальтовых электродов, участвует в исследованиях электрохромных явлений на оксидных электродах. В 1983 году Владимир Александрович был направлен для работы в Анабинский университет Алжира. После возвращения в 1986 году его избирают на должность доцента и в этом же году назначают заместителем проректора по научной работе МХТИ. В 1992 году Колесников В.А. назначается проректором университета по финансово-экономической деятельности.

Административная работа не помешала В.А.Колесникову продолжить исследования по

разработке технологий очистки сточных вод гальванических и других производств методом электрофлотации. Им создано новое направление, заключающееся в разработке физико-химических основ интенсификации и повышения эффективности электрофлотомембранных процессов извлечения дисперсных соединений и эмульсий из жидких техногенных отходов. В январе 1994 года Владимир Александрович защищает диссертацию по двум специальностям «Электрохимия» и «Экология» на соискание ученой степени доктора технических наук. В этом же году был избран на должность профессора кафедры Технологии электрохимических производств, а в 2001 году был назначен на должность проректора по научной работе РХТУ. В 2005 году избран на альтернативной основе ректором университета, а в 2011 году переизбран на второй срок.

Административные должности не помешали Колесникову продолжить вести педагогическую деятельность и заниматься научными исследованиями. Разрабатываемое им научное направление успешно развивается и является основой для создания ресурсосберегающих экологически безопасных технологий извлечения ценных металлов, неорганических и органических дисперсных соединений. Выполнены фундаментальные исследования по развитию теоретических представлений о роли межфазных явлений на границах раздела фаз и установлены физико-химические закономерности электрофлотационного извлечения дисперсной фазы неорганических соединений гидроксидов, карбонатов, фосфатов, сульфидов, оксидов таких металлов как: медь, никель, цинк, кадмий, железо, марганец, алюминий, хром, свинец, а также дисперсной фазы соединений органической природы.

Разработаны технологические решения интенсификации и повышения эффективности электрофлотомембранного процесса, разработаны новые ресурсосберегающие экологически безопасные технологии извлечения ценных металлов, неорганических и органических дисперсных соединений из жидких техногенных отходов. Под руководством В.А.Колесникова внедрены в промышленность новые современные электрофлотомембранные технологии, аппараты и системы водоочистки более чем на 80 промышленных предприятий РФ, США, Италии и Канаде.

Владимир Александрович продолжает читать лекции студентам, магистрантам, аспи-

рантам по экологическим проблемам и вопросам энерго- и ресурсосбережения в электрохимических технологиях, занимается переподготовкой специалистов промышленных предприятий.

Им опубликовано более 430 научных работ, 10 учебных пособий, 3 монографии, получен 21 патент, подготовлено более 120 инженеров-технологов, 21 кандидат наук и 2 доктора наук.

Владимир Александрович является научным руководителем целого ряда исследований, проводимых в рамках федеральных целевых программ. Владимир Александрович - член редколлегии журналов «Химическая промышленность сегодня», «Гальванотехника», «Вода. Химия и Экология», зам. главного редактора информационно-аналитического бюллетеня «Новости мирового атомного рынка», член Экологического консультативного совета при Правительстве г. Москвы, председатель технического комитета по стандартизации ТК-60 «Химия» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, председатель диссертационного совета Д212.204.06 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» по специальностям 05.17.03 и 05.17.18, заместитель председателя диссертационного совета Д.212.204.14 «Экология» по специальности 03.02.08.

Колесников В.А. является действительным членом Международной академии наук высшей школы, он Лауреат Премии Президента РФ 2003 г. в области образования. В 2007 г. награжден Грамотой Комитета по образованию и науке Государственной думы «За большой вклад в развитие образования, науки и техники Российской Федерации», Лауреат Премии Правительства РФ 2008 г. в области науки и техники, имеет ведомственные награды.

В.А. Колесников является признанным специалистом в области электрохимии и промышленной экологии, известным как в России так и за рубежом, ведущим большую учебную, научную и научно-организационную работу.

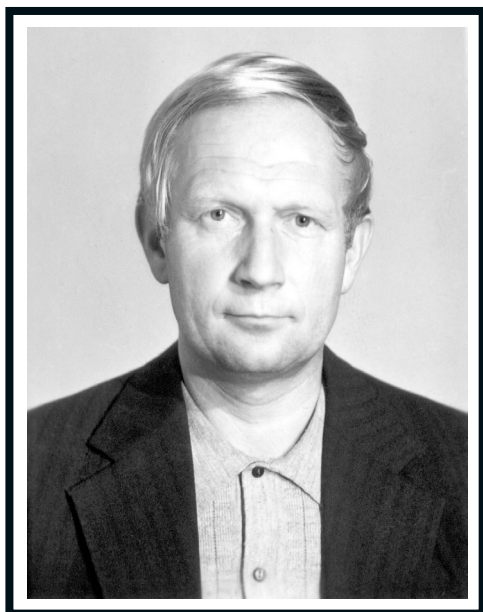
Коллеги и друзья сердечно поздравляют Владимира Александровича с 60-летием и желают ему здоровья и новых творческих успехов.

**60-th Anniversary of Professor Vladimir
A. Kolesnikov,
Rector of the Mendeleev University of
Chemical Technology**

Vladimir A. Kolesnikov graduated from the Mendeleev Institute of Chemical Technology (now the Mendeleev University), the Department of Electrochemical Engineering in 1974. Being an

undergraduate student he started his research and immediately after the graduation he was enrolled for a post-graduate study. His research was devoted to the study of the electric double layer on lead dioxide electrode. In 1978 he presented his thesis at the Frumkin Institute of Electrochemistry and got a Degree of the Candidate of Sci. From 1978 to 1983 he was working as an Assistant Professor at the Dept. of Electrochemical Engineering and continued his research on various oxide electrodes paying special attention to the electrochromic properties of such electrodes. Most interesting results of these research were published in the journal "Electrochemistry" and some of them were patented. In 1983 he took a position of a visiting professor at the Anabine University in Algeria. At that period he started his research on the phenomena of electroflotation. Returning to the Mendeleev Institute he continued his research and teaching work as a lecturer and was also appointed as a Deputy Rector responsible for research activity, and later (in 1992) as responsible for financial and economic activity. After intensive research of the electroflotation processes a number of new applications of electroflotation in industry have been developed and the results of these research have been summarized in the thesis presented by Vladimir Kolesnikov for the Degree of Dr. Sci. In 1994. Then he was elected as a Professor at the Dept. of Electrochemical Engg. In 2001 he got a position of a vice-rector and in 2005 was elected to the position of the Rector. In 2012 he was reelected to this position the scope of his scientific activities includes numerous applications of electroflotation processes, mainly related with environment protection in plating industry, electrowinning, purification of water, etc. More than 80 industrial applications of new processes have been implemented in Russia, USA, Italy and Canada. Prof. V.A. Kolesnikov has not stopped his teaching work - he regularly delivers lectures to the undergraduate and postgraduate students, to the specialists from the industry. He has published over 430 papers, 10 text- and reference books and 3 monographs. He also has got 21 patents. Under his supervision 21 candidates of science (PhD) and 2 doctors of science have written and presented their thesis. During the recent years he heads the research on the solution of the environmental problems in plating industries, metallurgy, and machine building. He is a member of editorial boards of several scientific journals, member of a number of scientific councils. He has got a number of State awards and is one of well-known specialists in electrochemical engineering and environment protection. His colleagues and friends wish him good health and further success in his creative work.

Памяти профессора Роберта Юльевича Бека



Коллектив Института химии твердого тела и механохимии СО РАН с глубоким прискорбием извещает, что на 80 году жизни скоропостижно скончался заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник института, д.х.н., профессор Роберт Юльевич Бек.

В 1956 г. Р.Ю. Бек с отличием окончил МХТИ им. Д.И. Менделеева по специальности технология электрохимических производств, затем 2 года работал на Подольском механическом заводе, а с 1958 по 1961 гг. учился в аспирантуре МХТИ. После успешной защиты кандидатской диссертации в 1962 году он переехал на работу в Сибирское отделение АН СССР (Химико-металлургический институт, ныне ИХТТМ СО РАН) в организованную профессором Н.П. Гнусиным лабораторию электрохимии. Именно с этой лабораторией связана вся его последующая научная работа. Здесь он быстро вырос от младшего научного сотрудника до заместителя директора Института по научной работе и заведующего лабораторией, которую он фактически создал и успешно возглавлял 28 лет.

Р.Ю. Бек является признанным специалистом в области электрохимии и электрохимической технологии. Им предложен новый метод исследования адсорбции и строения двойного электрического слоя, а также кинетики электродных процессов на твердых электродах, основанный на обновлении их поверхности срезом тонкого поверхностного слоя непосредственно в растворе. С использованием этого метода впервые установлены механизмы важных для теории и практики

процессов разряда-ионизации золота, серебра и меди в цианистых, тиокарбамидных и тиосульфатных растворах. Эти результаты стали основой докторской диссертации Р.Ю. Бека, успешно защищенной им в 1978 г.

Робертом Юльевичем также создано новое научное направление – электроосаждение металлов на проточных объемно-пористых электродах. Его технологические и конструкторские разработки этого направления доведены до серийного производства и были широко внедрены в золотодобывающей промышленности СССР, а также использованы для решения ряда экологических проблем.

Совместно с кафедрой электрохимии МХТИ им. Д.И. Менделеева (проф. Т.Е. Цупак) им обнаружен эффект резкого ускорения массопереноса при катодном выделении металлов из растворов, содержащих комплексные анионы многозарядных металлов. Эффект объяснен корреляцией миграционных потоков ионов. Показана возможность его использования в электроанализе для резкого увеличения чувствительности определения металлов.

Список научных работ Р.Ю. Бека включает более 300 публикаций и изобретений. Под его руководством защищено 30 кандидатских и 5 докторских диссертаций. Научные достижения Р.Ю. Бека отмечены правительственными наградами СССР. Его научная работа по осаждению серебра из цианистых электролитов, написанная совместно с Н.Т. Кудрявцевым и Е.А. Нечаевым, удостоена почетного диплома Американского общества гальваностегов, а цикл работ Р.Ю. Бека с сотр. «Электрокатализ адсорбированными атомами» награжден премией за лучшие публикации в журнале «Электрохимия» за 2007 год.

Р.Ю. Бек был широко эрудированным и гармонично развитым человеком. Наряду с наукой он любил и хорошо знал историю человечества, поэзию, классическую музыку, увлекался туризмом. Уникальные человеческие качества снискали Роберту Юльевичу всеобщее уважение и любовь. Его принципиальность, искренность, корректность в отношениях с окружающими, предельная честность и абсолютная бескорыстность делали любые контакты с ним плодотворными и обогащали в научном и человеческом плане. Он всегда, насколько хватало сил, готов был прийти на помощь.

Светлая память о Роберте Юльевиче Беке навечно сохранится в наших сердцах.

*Коллектив института химии твердого тела
и механохимии СО РАН*

To the memory of professor Robert Yu.Beck

Robert Yu. Beck graduated from the Dept. of Electrochemical Eng., Mendeleev Institute of Chemical Technology, Moscow, USSR in 1956. After two years of work as a plating engineer at Podolsk Mechanical Plant he returned back to the Institute for a post-graduate study and presented his thesis for a degree of a Candidate of Sci. In 1962 he moved to Novosibirsk Division of the Academy of Science,

where he had been working for next years. R.Beck was a well-known scientist-electrochemist. His research covered very wide branch of electrochemical technology, such as studies of the double layer, electrodeposition of metals, electrodeposition on porous cathodes, etc.

In 1978 he got a degree of a Dr.Sci. R.Beck published over 300 papers and got several Russian and international awards. His colleagues, pupils and friends will remember him as a friendly and charming personality.

Памяти профессора Станислава Николаевича Виноградова



В возрасте 80 лет вскоре после своего юбилея скоропостижно скончался известный специалист в области электроосаждения металлов, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор Пензенского государственного университета Станислав Николаевич Виноградов.

Научную работу С.Н. Виноградов начал в студенческие годы в Ивановском химико-технологическом институте под руководством заведующего кафедрой ТЭП профессора, д.т.н. Л.Л. Кузьмина.

После окончания института с 1955 году работал мастером гальванического цеха Пензенского велосипедного завода. В 1959 году перешел работать в Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт, где прошел путь от инженера до заместителя главного технолога, руководившего научно-исследовательским сектором отдела. Без отрыва от производства под руководством д.х.н. профессора Кудрявцева Н.Т. выполнил

работу на соискание ученой степени кандидата технических наук, которую успешно защитил в 1969 году в МХТИ им. Д.И. Менделеева. В том же году был избран по конкурсу на должность заведующего кафедрой «Химия», затем возглавил кафедру «Химическое машиностроение и электрохимические производства». В 1972 году ему было присвоено ученое звание доцента, а в 1988 году ученое звание профессора, он также являлся действительным членом Академии инженерных наук.

В 1981 году в МХТИ им. Д.И. Менделеева С.Н. Виноградов успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Электроосаждение, свойства и применение сплавов палладия». Им впервые был разработан ряд гальванических сплавов палладия, в том числе с никелем, кобальтом, висмутом, индием и др. Легирование палладия различными металлами позволило значительно улучшить физико-механические свойства покрытий. Использование покрытий сплавами палладия вместо чистых благородных металлов в радиоэлектронной промышленности позволило значительно повысить качество и долговечность изделий и снизить расход благородных металлов. Монография Виноградова С.Н. «Электроосаждение сплавов палладия» (Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. 1978. - 92 с.) до настоящего времени является актуальной.

С.Н. Виноградов создал в Пензенском государственном университете научную школу, в которую входят доктор и более двадцати кандидатов наук. Научное направление данной школы это разработка новых, с учетом экологических требований, электролитов для электроосаждения чистых металлов и сплавов, разработка приборов и методов для изучения физико-механических свойств покрытий, а также разработка эффективных способов очистки сточных вод гальванического производства.

На протяжении 40 лет совместно с Приволжским Домом знаний Виноградов С.Н. ежегод-

но проводил Всероссийские, Международные и Зональные конференции, являясь председателем оргкомитета конференций «Теория и практика электроосаждения металлов и сплавов». Являлся членом редколлегии журнала «Гальванотехника и обработка поверхности». Виноградов С.Н. – автор свыше 250 научных статей, 15 авторских свидетельств, сделал 70 докладов на Международных и Всероссийских конференциях.

Два сына Сергея Николаевича (Сергей Станиславович – д.т.н., зав. лабораторией ВИАМ и по совместительству профессор РХТУ им. Д.И. Менделеева и Олег Станиславович к.т.н., доцент Пензенского государственного университета) также занимаются гальванотехникой.

Скорбим и помним.

*Коллеги из Пензенского
государственного университета*

To the memory of professor Stanislav Vinogradov

Well-known electroplater Prof. S.Vinogradov passed away on August, 2012, being 80 years old. He was born in a village “Nagornoe”, Ivanovo Distr., in a family of a worker which hasd 4 chieldren. His mother died in 1942 and his farther lost his life in the fromt in 1943. Nevertheless raized by his aunt he graduated from high school, than from Ivanovo Inst. of Chemical Tedchnology and in 1955 he started his career as a foreman in the plating shop at a bicycle factory. Scince 1959 he joined Penza Electrotechnology Research Inst., and in 1969 he presented his candidate of Sci thesis at the Mendeleyev Inst.of Chemical Technology in Moscow. After this he was elected as a Head of Electrochemical Eng. Dept. at the Penza State University. In 1981 ho got a degree of Dr.Sci. Prof. S.Vinogradov is known as a specialist in electroplating. He with his coworkers have due loped a number of new plating baths especially for palladium – based alloys. He organized conferences on electroplating on a regular basis. He has published over 250 papers, is an author of 15 patents and has presented over 75 papers at scientific and technical conferences. His both sons follow his path as plating specialists. His colleagues will remember him as a charming personality and outstanding scientist.

Памяти к.т.н. Тока Леонида Давидовича



7 августа 2012 г. на 72-м году жизни скончался известный российский гальванотехник Ток Леонид Давидович. В последнее время он тяжело болел, боролся с недугом, работал до последних дней жизни.

Леонид Давидович начал свою трудовую деятельность на авиационном предприятии с должности слесаря-инструментальщика. Одновременно он учился на вечернем отделении Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева. По окончании института работал в НИИ, где занимался вопросами нанесения гальванических покрытий с одновременным наложением ультразвука. Он много ездил по стране, внедряя разработанные технологии в действующее производство.

Из НИИ Л.Д.Ток перешел на работу в Московский государственный вечерний металлургический институт на кафедру коррозии и защиты металлов, где проработал более 30 лет. Вначале

он занимался научно-исследовательской работой в области гальванических процессов. Подготовил и защитил кандидатскую диссертацию, которая была посвящена нанесению покрытий на титан и его сплавы. Написал более 100 научных статей, является автором 11 свидетельств на изобретения и патентов, многие из которых внедрены в промышленность. В качестве одного из авторов и редакторов подготовил и издал справочник «Гальванические покрытия в машиностроении», который пользуется большой популярностью у специалистов отрасли и в настоящее время.

Уже работая в научно-исследовательском секторе МГВМИ, Леонид Давидович начал заниматься преподавательской работой, а затем перешел в преподаватели кафедры. Он длительное время работал доцентом, а затем — заведующим кафедрой коррозии и защиты металлов. Читал лекции, вел практические занятия, руководил дипломными работами студентов. За время работы в институте он как руководитель выпустил около 200 специалистов. Леонид Давидович пользовался большим уважением как студентов, так и преподавателей и сотрудников института.

В 1993 г. Л.Д.Ток стал соучредителем научно-производственного предприятия «ЭКОМЕТ» и до конца своих дней работал на нем в качестве главного инженера. Вначале эта работа совмещалась с преподаванием, но в последние годы Леонид Давидович полностью посвятил себя разработкам новых гальванических технологий и внедрению их в промышленность. В последнее время он также работал экспертом Госкорпорации «РОСНАНО».

Леонид Давидович был высококлассным специалистом в различных областях гальванотехники, а в области износостойкого хромирования — один из лучших в стране. Он был и очень хорошим человеком, добрым, порядочным, интеллигентным.

Светлая память о Леониде Давидовиче Токе навсегда сохранится в сердцах всех, кто его знал, дружил и работал с ним.

Коллеги и друзья Л.Д.Тока

To the memory of Leonid D. Tok

Leonid D. Tok, well-known russian specialist in electroplating passed away on August 7th being 71 years old. He started his career as a worker at an aircraft manufacturing plant being simultaneously an evening student at the Mendeleev University of Chemical Technology (formerly Mendeleev Institute). After the graduation he joined a research institute where he has developed a number of processes where ultrasound was used. Some of them have found successful application in industry. Later he continued his research work at the Moscow Evening Metallurgical Institute, has presented his thesis and has got a degree of a Candidate of Sci. After Prof. Michael Shluger he headed the Dept. of Corrosion and Protection of Metals.

Since 1993 Leonids D. Tok was simultaneously working as the Chief Engineer at a well-known company "Ecomet".

Leonid D. Tok is an author of over 100 scientific publications, 11 patents and an editor and coauthor of very popular technical dictionaries on electroplating. His company is now one of major Russian suppliers for plating industry, successfully competing with foreign companies on the domestic market. For many decades he was a famous expert in hard-chromium plating.

His numerous pupils, colleagues and friends will remember him as a charming personality and good friend.

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

Предприятие «РАДАН» является инжиниринговой компанией и 17 лет специализируется на проектировании и монтаже с поставкой оборудования, проведению пусконаладочных работ и запуском в эксплуатацию:

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

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

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

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

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

Практика работы показывает, что значительное улучшение качества очистки стоков можно добиться за счет оптимизации работы существующих очистных сооружений и организации, отдельных дополнительных узлов доочистки стоков.

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

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

Руководитель предприятия
Главный технолог

Пальцев Владимир Алексеевич
Мазур Валентина Алексеевна

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*

Главному инженеру предприятия

Приглашаем принять участие в работе курсов повышения квалификации
специалистов в области

ГАЛЬВАНОТЕХНИКИ И ГАЛЬВАНО - ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Курсы проводятся высококвалифицированными специалистами по двум направлениям.

Основное содержание программ:

Курсы повышения квалификации специалистов в области гальвано - техники 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.

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 микроколичеств 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

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

Сроки проведения и условия участия во 2-м полугодии 2012 года

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

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа № 24 (КГ-24)	15 октября - 19 октября	13300-00
Группа № 25 (КГ-25)	19 ноября-23 ноября	13300-00

Курсы повышения квалификации специалистов в области аналитического контроля

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа № 10 (АКГ-10)	22 октября - 26 октября*	13300-00

* - посещение 4-ой Международной выставки "Аналитическое и лабораторное оборудование. Лабораторная мебель и посуда" ("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 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». Поселение в гостиницу в комнате 609 корпуса «Вега» (6 этаж). Стоимость одного места проживания составит 2000-4000 руб. в сутки.

- в студ. общежитии РХТУ. **Проезд:** м. «Планерная», далее авт. № 88 или № 96 до ост. «97-я поликлиника» (Стоимость проживания от 700 до 1000 руб./сутки).

Платежные реквизиты МОО МХО им. Д. И. Менделеева:

ИНН 7710056339, р/сч. 4070381030000000060 ОАО Банк ВТБ, 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, дату и время приезда.

Телефоны для подачи заявок и справок:

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

(495) 302-80-00 – Ябурова Галина Алексеевна.

e-mail: mho@asvt.ru ; <http://www.mmxo.ru>

(499) 978-59-90 – РХТУ им. Д.И. Менделеева

e-mail: gtech@mufr.ru; www.galvanicrus.ru; www.mufr.ru

Календарь выставок, конференций и семинаров 2012 года Exhibitions, Conferences, Seminars

1. Международная научно-практическая конференция "Покрyтия и обработка поверхности", г. Санкт-Петербург, 17-18 октября 2012 г.; ООО "Примэкспо", тел. +7(812) 380 6017, факс: +7(812) 380 6001, e-mail:coating@primexpo.ru, Римма Мангушева. Подробнее с информацией о конференции можно ознакомиться на www.galvanicrus.ru.

2. II Международная научно-практическая конференция «Теория и практика современных электрохимических производств» 7 - 9 ноября 2012 г., Санкт-Петербург (Технический университет). Подробнее на www.galvanicrus.ru

3. **11-е** Международное научно-практическое совещание "Оборудование цехов гальванического производства, очистка сточных вод, технологические процессы нанесения покрытий" 14-15 ноября 2012 г., ООО "Гранит" 392036, г. Тамбов, ул. Лаврова, 5, к., тел./факс: 8(4752)72-97-52, e-mail:granit@tamb.ru.

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 - 130 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.

Григорян Н.С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А. Фосфатирование М.: «Глобус», 2008. - 157 с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Цена - 130 рублей.

Кудрявцев В.Н., Окулов В.В. Сборник практических материалов для технологов Изд. центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 398с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Цена - 250 рублей.

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 ваннах улавливания после всех операций нанесения гальванических и химических покрытий, пассивирования и снятия покрытий обеспечит выполнение обеих задач:

- примерно 10067кратное снижение выноса в каждой точке технологической цепочки;
- дополнительное многократное разбавление за счет объединения разно родных стоков.

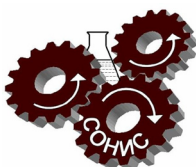
Если по какому-то конкретному виду ионов значение ПДК в конечном стоке, тем не менее, превышено, то надо всего лишь установить дополнительную ванну улавливания и ПЭМ на конкретную операцию.

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



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

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

II Международная научно-практическая конференция

«ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»
7 - 9 ноября 2012 года

Санкт-Петербург

НАУЧНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Теоретические аспекты современной электрохимии
- Электрохимическая энергетика: электродные процессы и материалы ХИТ и суперконденсаторов
- Гальванотехника и обработка поверхности
- Технология производства печатных плат
- Электролиз расплавов
- Электролиз без выделения металлов
- Мембранный электролиз
- Электрохимия гидрометаллургических процессов
- Электрохимическая размерная обработка
- Современные технологии защиты металлов от коррозии в природных условиях и нефтегазовой промышленности
- Ионопроводящие системы и методы их исследования

Председатель Нараев Вячеслав Николаевич проректор по развитию и корпоративным связям СПбГТИ(ТУ), заведующий кафедрой ТЭП
'раб. (812) 316 14 65, моб. +7 921 942 26 06. (812) 494 92 55. e-mail: naraev@lfti-gti.ru

Сопредседатели:

Буркат Галина Константиновна доцент кафедры ТЭП СПбГТИ(ТУ) ' раб. 8 (812) 316 14 65
моб.+7 921 909 33 73 ; e-mail : burkat@lfti-gti.ru

Кравцов Валерий Ильич профессор кафедры электрохимии СПбГУ

Ученый секретарь Агафонов Дмитрий Валентинович доцент кафедры ТЭП
'раб. 8 (812) 316 14 65. моб.+7 921 887 23 60. e-mail : phti@lfti-gti.ru

Для участия в конференции необходимо **пройти предварительную он-лайн** регистрацию на сайте <http://technolog.edu.ru/kv/tep/default.aspx>.

На сайте будет размещаться вся оперативная информация о конференции. Зарегистрировавшиеся участники конференции получают подтверждение о регистрации на свой электронный адрес с паролем для дальнейшего входа на свою регистрационную страницу.

На сайте можно будет забронировать гостиницу, питание, экскурсии, трансферы, подать тезисы, а также оплатить все вышеуказанные услуги.

По всем вопросам регистрации и оплаты обращаться к менеджеру конференции Муратовой Светлане: Тел. (812)335-20-55, факс. (812)335-20-39. E-mail: elchem@onlinereg.ru

Условия участия в конференции:

Тип участия	Ранняя регистрация До 15.07. 2010	Поздняя регистрация 16 .07-05. 11. 2010	Оплата взноса во время конференции
	Руб.	Руб.	Руб.
Представители про- мышленных и коммер- ческих предприятий	3000	4000	4500
Преподаватели ВУЗов и сотрудники НИИ	1500	2000	2200
Аспиранты	500	700	800
Реклама в сборнике материалов конфе- ренции	3000 руб./стр.		

В организационный взнос входит: участие во всех заседаниях конференции, пакет участника (сборник тезисов, блокнот, ручка, нагрудный именной знак, участие в приветственном фуршете).

При аннулировании участия в конференции до 01 августа 2010 года возвращается 70% оплаченного взноса, после 01 августа 2010 года – организационный взнос не возвращается.

КЛЮЧЕВЫЕ ДАТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

15 июля 2010 года - ранняя регистрация;

15 июля 2010 года – крайний срок подачи тезисов докладов

- 01 августа 2010 года - крайний срок извещения авторов о принятии докладов
- 05 ноября 2010 года - поздняя регистрация
- 7 - 9 ноября 2010 года - проведение конференции.

Место проведения конференции :

Санкт-Петербург, Московский проспект, д.26, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Проезд: **ст. метро «Технологический институт»**

Адрес оргкомитета для переписки:

190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д.26, СПбГТИ(ТУ),

Кафедра технологии электрохимических производств (ТЭП), Оргкомитет научно-практической конференции «Теория и практика современных электрохимических производств»

**БОЛЕЕ ПОДРОБНО см. интернет-сайт РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА ГАЛВАНОТЕХНИКОВ
www.galvanicus.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, нержавеющую сталь, 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



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

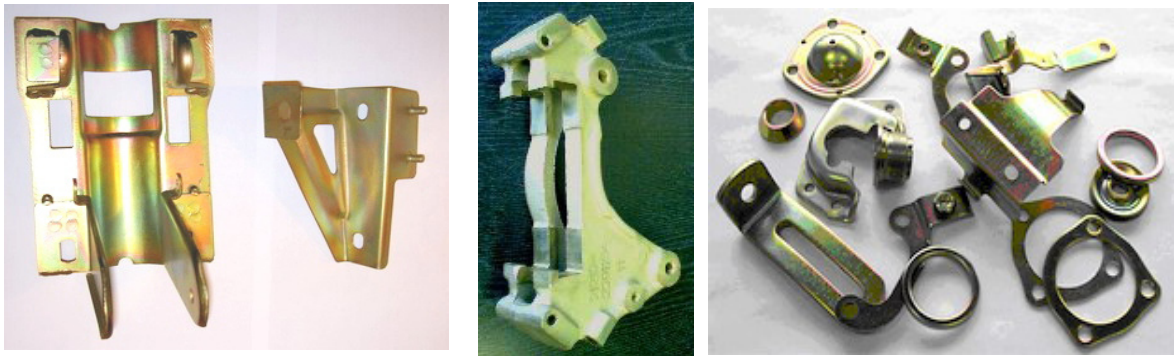


ООО «АРБАТ»

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



ООО ПКФ
"КЭМЗ СВАРКА"

Представительство в России
111141 г. Москва, ул. Плеханова 7, оф. 18
код 495, тел./факс 721-18-81/67/97
e-mail: temp-moscow@yandex.ru

ОАО "ТЕМП"



Разработчик-изготовитель ОАО "Темп"
Украина 29015 г. Хмельницкий, пр-т Мира 99-101
код 8-10-380382, тел. 63-04-85, 63-08-51, факс 63-00-27
e-mail: temp-marketing@ukr.net
http: www.temp-mash.com.ua

Машиностроительный завод «Темп» основан в 1977 г. министерством радиопромышленности СССР. Основная номенклатура выпускаемой продукции - гальваническое оборудование, станции очистки и нейтрализации стоков, оборудование для производства печатных плат, трубосварочное оборудование для магистральных нефте и газопроводов и другая металлопродукция различного назначения.

Специальное технологическое оборудование для производства печатных



Конвейерные модульные линии для химической обработки печатных плат

- щелочное и кислотное травление;
- снятие металлорезиста, фоторезиста;
- химическая подготовка перед нанесением фоторезиста;
- химическая подготовка перед лужением;
- химико-механическая очистка ПП с просверленными отверстиями;
- химическая очистка после лужения;
- проявление фоторезиста, маски.

Оборудование для очистки и нейтрализации сточных вод гальванического производства (по техническому заданию заказчика)



Автооператорные линии химико-гальванической металлизации печатных плат

- химическая металлизация;
- гальваническая металлизация;
- перманганатная очистка ПП перед металлизацией;
- прямая металлизация;
- оксидирование слоев МПП перед прессованием;
- финишные покрытия ПП (иммерсионное золочение, серебрение, оловянирование).





ООО ПКФ
"КЭМЗ СВАРКА"

Представительство в России
111141 г. Москва, ул. Плеханова 7, оф.18
код 495, тел./факс 721-18-81/67/97
e-mail: temp-moscow@yandex.ru

ОАО "ТЕМП"



Разработчик-изготовитель ОАО "Темп"
Украина 29015 г. Хмельницкий, пр-т Мира 99-101
код 8-10-380382, тел. 63-04-85, 63-08-51, факс 63-00-27
e-mail: temp-marketing@ukr.net
http: www.temp-mash.com.ua

Гальваническое оборудование



- автоматизированные и механизированные линии нанесения гальванопокровов
- линии стационарных ванн ручного обслуживания
- полипропиленовые ванны
- ванны барабанные;
- гальванические барабаны;
- установки колокольные;
- установки сушильные;
- автооператоры порталные;
- установки регенерации электролита;
- установки гальванопластики
- полипропиленовые воздухопроводы
- бортотсосы
- гальванические ванны с оснащением по ТЗ заказчика (хромирование, никелирование, анодирование, оксидирование, электрополировка и т.д.)



enthone

Процессы пассивации цинка **Perma Pass** на основе Cr (III):

- возможность работы при температурах до +5°C
- возможность длинных периодов погружения (для медленных линий)
- возможность получения покрытий, сравнимых по коррозионной стойкости с пассивациями на основе Cr (VI)

Процессы слабокислого цинкования **Enthobrite**:

- экономичный расход добавок (носитель не расходуется при нормальном уносе)
- возможность снижения расхода цинка на 20%
- высокая точка помутнения – выше 80°C
- повышенная кроющая и рассеивающая способность

Процессы твёрдого хромирования **Ankor**:

- отсутствие фторидов
- выход по току на 60% выше, чем у традиционных аналогов
- возможность получения блестящих покрытий на всём диапазоне рабочих плотностей тока
- трещиноватость – до 400 трещин/см²

Процессы никелирования **Elpelyt**:

- возможность отдельного управления рассеивающей и выравнивающей способностью
- отсутствие загрязнения продуктами разложения блескообразователей

Добавки для травильных растворов **Actane**:

- возможность обезжиривания в ваннах травления
- ускорение снятия окалины и ржавчины
- предотвращение перетравливания поверхности
- продление срока службы травильных растворов

Процессы удаления покрытий **ENSTRIP**:

- минимальное подтравливание подложек
- высокая скорость снятия

Адрес Российского представительства
107258, г. Москва, ул. 1-я Бухвостова, д. 12/11, корп. 53
тел./факс: (495) 225-35-49, 661-49-35
<http://www.galvanit.ru>; e-mail: marketing@galvanit.ru



Промышленные выпрямители
для гальваники фирмы
Krafterlektronik (Швеция)

Насосы, фильтровальные
установки и системы
маслоулавливания фирмы
Siebec (Франция)



- Термоизоляционные поплавки из PP и PVDF для укрытия зеркал ванн никелирования, хромирования, обезжиривания, травления, горячик промывок
- Гальванотехнические ленты для изоляции подвесок и участков деталей
- Ячейки Хулла из оргстекла и фторопласта
- Фильтровальные картриджи (PP, полиэстер, уголь)
- Терморегуляторы Trafag (Швеция)

107258, г. Москва, ул. 1-я Бухвостова, д. 12/11, корп. 53
тел./факс: (495) 225-35-49 (многоканальный)
<http://www.galvanit.ru>; e-mail: info@galvanit.ru

Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу

ООО "АРБАТ" (стр. 71)

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. 33)

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

ООО "ГАЛЬВАНИТ" ("Enthone") (стр. 74,75)

107258 Москва, ул. 1-я Бухвостова, 12/11,
корп.53; E-mail: info@galvanit.ru; www.galvanit.ru;
тел/факс: (495)225-35-49 (многоканальный)

ГальваноТехник Лейпциг ГмБХ (стр. 17)

Представительство в Москве: Г. Москва, ул.
Каспийская, д.2, к.1, стр.3; тел: +7(495)955-94-71,
Моб. +7(916)990-06-49; E-mail: TsaryukVR@mtf.ru;
www.galvanotechnikleipzig.de

ЗАО "ГАЛЬВАНОХРОМ" (стр. 70)

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. 41)

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

КАЛОРПЛАСТ. CALORPLAST (стр. 16)

D-47724 Krefeld Postfach 2428 D-47803
Krefeld Siempelkampstr.94 Phone 0049 (2151) 8777-0
Fax 0049 (2151)8777-33

Kovintrade SLOVENIA

Официальный представитель **MPL - Buffoli
Impianti** в РФ (стр. 56) Москва, ул. Мясницкая, 15,
офис 4;тел (495)363-43-80, факс (495)363-43-81;E-
mail: info@kovintrade.ru; www.kovintrade.ru

НАВИКОМ (ПУЛЬСАР)(стр. 34)

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. 63)

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

РХТУ им. Д.И. Менделеева (стр. 67)

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

Компания "СОНИС" (стр. 67,70)

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

ОАО ПКФ "КЭМЗ СВАРКА" , ОАО "ТЕМП"(стр. 72,73)

Представительство в России 111141, Мос-
ква, ул. Плеханова 7, оф.18, код 495, Тел./факс:
721-18-81; E-mail: temp-moscow@yfindex.ru

ОАО "ТАГАТ" ТАМБОВГАЛЬВАНОТЕХНИКА (стр. 21)

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

"УМИКОР ГАЛЬВАНОТЕХНИК" (стр. 12,13)

Klarenbergstrasse 53-79. D-73525;
Schwaebisch Gmuend.Germany; e-mail:karin.barth@
umicore.com; www.umicore-galvano.com

ООО "ХИМСИНТЕЗ" (стр. 18)

606037, г. Дзержинск Нижегородс-
кой обл., а/я 175; тел/факс: (8313) 25-23-46,
+7(951)902-91-65;e-mail: chimsn@kis.ru

ЗАО "ХИМСНАБ" (стр. 20)

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

ЗАО "ЭКОМЕТ" (стр. 19)

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

К сведению подписчиков!

Подписка на журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» производится через местные почтовые отделения и в редакции журнала.

Журнал включен в Объединенный каталог «Пресса России» 2012/2; каталог стран СНГ 2012/1; Каталог Украины 2012/2; адресный каталог «Библиотечный каталог» 2012/2, Интернет каталог 2012/2 Агентство АРЗИ. **Индекс 87867.**

В редакции можно приобрести

Журнал "Гальванотехника и обработка поверхности" и книги	Цена, руб
2012 год (4 номера)	680
2011 год (4 номера)	680
2010 год (4 номера)	620
2009 год (4 номера)	616
2008 год (4 номера)	616
2007 год (4 номера)	572
2006 год (4 номера)	528
Цинкование. Техника и технология. Окулов В.В.	170
Фосфатирование. Григорян Н.С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А.	130
Электролитическое хромирование. Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н.	130
Экологически безопасное гальваническое производство. (Изд. 2-е, дополн. и перераб.) Электронная версия. Виноградов С.С.	100
Промывные операции в гальваническом производстве. Электронная версия. Виноградов С.С.	100
Организация гальванического производства. Электронная версия. Виноградов С.С.	130
Сборник практических материалов для технологов <i>Составители: Кудрявцев В.Н., Окулов В.В.</i>	250

Все цены включают стоимость пересылки; НДС не облагается.

ООО "Гальванотех" находится с 01.01.08 на УСНО, уведомление № 16-22/191 от 18.12.2007 г.

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

Кафедра ТЭП. Гл. редактор - **Кудрявцев В.Н.**

Тел: (499) 978-59-90; **Факс:** (495) 609-29-64; **E-mail:** gtech@muctr.ru

Интернет-сайт журнала: www.galvanotekhnika.info

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

Банк плательщика

Сбербанк России, г. Москва, Марьино-рощинское ОСБ 7981 Банк получателя	БИК Сч.№	044525225 30101810400000000225
ИНН 7707284783 КПП 770701001 ООО "Гальванотех" Получатель	Р/с	40702810838320101984

Назначение платежа: и **полный** почтовый адрес предприятия (для рассылки)

Заказ № 10051. 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