

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.х.н. Виноградов С.Н., Пенза, Россия;
д.х.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
д.х.н. Лежава Т.И., Тбилиси, Грузия;
к.т.н. Окулов В.В., Тольятти, Россия;
д.х.н., чл.-корр. РАН Полукаров Ю.М.,
Москва, 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

Российский химико-технологический
Университет им. Д.И. Менделеева
Компания "Умикор Гальванотехник",
Швыабиш-Гмюнд, Германия

Editorial Board

Editor-in-Chief

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;
Lezhava T.I., Tbilisi, Georgia;
Okulov V.V., Togliatti, Russia;
Polukarov Yu.M., Moscow, 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

Mendeleev University of Chemical
Technology of Russia, Moscow
"Umicore Galvanotechnik" GmbH,
Schwaebisch, Gmuend, Germany

Russian-english abstracts translator Kruglikov S.S.

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников www.galvanicrus.ru

ГАЛЬВАНОТЕХНИКА и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

№ 1

2010 год

том XVIII

Содержание

<i>Осаждение металлов и сплавов</i>	Электроосаждение блестящих покрытий сплавом никель-железо Данилов Ф.И., Скнар И.В., Скнар Ю.Е., Вакуленко В.М. 11 Получение наномодифицированных композиционных никелевых гальванических покрытий Ткачёв А. Г., Литовка Ю. В., Дьяков И. А., Кузнецова О. А. 17 Электроосаждение сплавов медь-никель из сульфосалицилатно-аммиачного электролита и их физико-механические свойства Виноградов С.Н., Севостьянов Н.В. 22 Получение композиционного никельфторпластового покрытия, обладающего антифрикционными свойствами Клеменкова В.С., Соболева Е.С., Кошель С.Г. 28
<i>Производственный опыт</i>	Опыт применения погружных электрохимических модулей для утилизации отработанных растворов химического никелирования Кругликов С.С., Черник А.А. 35
<i>Ответы на вопросы читателей</i>	О статье по «трёхвалентному хромированию» в журнале «Мир гальваники» Кудрявцев В.Н. 38
<i>Хроника</i>	Семинары, проведенные в 2009 г. компанией «Навиком», ООО «Гранит-М»: итоги VIII Международного научно-практического совещания по развитию гальванических производств 42 43
<i>Информация</i>	Курсы повышения квалификации 50 Выставки, конференции, семинары 52 Книги 53 Авторам журнала 54 Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу 57

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников www.galvanicrus.ru

ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT

№ 1

2010

V. XVIII

Contents

<i>Electroplating of metals and alloys</i>	Electroplating of Bright Nickel-Iron Coatings <i>Danilov F.I., Sknar I.V., Sknar Y.Y., Vakulenko V.M.</i>	11
	Nano-modified Composite Nickel Coatings <i>Tkachev A.G., Litovka Yu.V., Dyakov I.A., Kuznetsova O.A.</i>	17
	Copper-Nickel Alloys Electrodeposition from Sulfo Salicylate-Ammoniac Bath and Their Physico-Mechanical Properties <i>Vinogradov S.N., Sevostyanov N.V.</i>	22
	Electrodeposition of Nickel-Teflon Composite Coatings with Antifriction Properties <i>Klemenkova V.S., Soboleva E.S., Koshel S.G.</i>	28
<i>Industrial experience</i>	Industrial Experience: Electrochemical Utilization of Spent Electroless Nickel Plating Solutions <i>Kruglikov S.S., Chernik A.A.</i>	35
<i>Answers for reader questions</i>	On the paper @Cr plating from Cr(III) bath@ published in GW magazin	38
<i>Chronicle</i>	Seminars organized by "Navikom" Company in 2009, "Granit Company": on the 8th International symposium "Recent Developments in Plating Industry"	42 43
<i>Information</i>	Congressess, Conferences, Meetings	52
	Books	53
	Submission of papers	54



Блескообразователи для гальванического цинкования

ООО «Химсинтез» специализируется на разработке и промышленном выпуске блескообразующих добавок для гальванических процессов, композиций для бумажной промышленности. Является одним из крупнейших поставщиков блескообразователей в Р.Ф. Предлагаемые продукты - результат более чем 10 летней исследовательской и эксплуатационной работы на крупнейших предприятиях страны - ДААЗ, ГАЗ, УАЗ, УралАЗ и др.

Щелочное цинкование

Цинкамин-02 – блескообразователь для электролитов щелочного цинкования. Наиболее современная и продаваемая рецептура на данный момент.

- Обеспечивает улучшение рассеивающей способности электролита в сравнении с аналогами, получение покрытий по внешнему виду сопоставимых с покрытиями, получаемыми из слабокислых электролитов устойчивых к потемнению во времени.
- Покрытия значительно более устойчивы к отслаиванию и образованию «пузырей» при хранении и термообработке.

Концентрация в растворе: 8–10г/л. Расход: 1–2л на 10000 А·ч. Цена: 64руб/кг.

ДС-ЦО (очиститель) – используется в процессах щелочного цинкования для снижения отрицательного воздействия загрязнения электролитов ионами тяжелых металлов (Pb, Cu, Fe, Sn и др). Значительно улучшает внешний вид покрытия в области низких плотностей тока (углубления, экранируемые поверхности), уменьшает расход блескообразователя. Не содержит комплексообразователей.

Рекомендуемая концентрация в растворе: 10% от содержания блескообразующей добавки.

Цена: 45 руб/кг.

БНК – Усилитель блеска используется в процессах щелочного цинкования. Придает покрытию интенсивный блеск.

Концентрация в растворе: 2% от содержания блескообразующей добавки. Цена: 105 руб/кг.

Цианистое цинкование

ДС-З – Применяется в процессах цианистого цинкования деталей различного профиля для получения блестящих покрытий. Позволяет использовать низоцианистые электролиты.

Концентрация в растворе: 5–10г/л. Расход: 1л на 2000 А·ч. Цена: 58руб/кг.

Слабокислое цинкование

ЛГ-50 (А, Б) – Двухкомпонентная (А-ПАВы, Б- блескообразователь) блескообразующая система для аммиачных и хлоридных электролитов. Отличается необычайно высокой концентрацией активного вещества в компоненте ЛГ-50Б и как следствие высокой экономичностью процесса цинкования. Производится с использованием новой композиции поверхностно-активных веществ, значительно улучшающей внешний вид покрытия по всей поверхности деталей особенно в низких плотностях тока, без применения экологически опасных дополнительных блескообразователей содержащих хлорорганические вещества.

Концентрация в растворе: ЛГ-50А: 40–60г/л. Расход: на унос. Цена: 65 руб/кг.

Концентрация в растворе: ЛГ-50Б: 0,5–1г/л. Расход: 2–2,5г/м². Цена: 92 руб/кг.

Композиции для хромирования Zn-покрытий на основе соединений Cr³⁺

Ирида-ХромТри (А) – Композиция для бесцветного с голубым оттенком хромирования цинковых покрытий.

Коррозионная стойкость не менее 48 часов до белой коррозии цинка

Концентрация в растворе: 40–80 мл/л. Цена: 80 руб/кг.

Ирида-ХромТри (Б) – Композиция для радужного хромирования цинковых покрытий. В ходе пассивации на поверхности формируются радужные пленки от светло-золотистых до красно-зеленых оттенков. Коррозионная стойкость от 96 до 240 часов до белой коррозии цинка, в зависимости от времени пребывания в растворе, концентрации и температуры.

Концентрация в растворе: 80–120 мл/л. Цена: 120 руб/кг.

606037, г. Дзержинск, Нижегородская обл., а/я 58, тел/факс: (8313)25-23-46, 33-02-33,
E-mail: igor@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-олово 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 электроссаждения 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 CALOЯ для прямого нагрева жидкостей, расплавленных масс, паров и газа.
- Поплавковые датчики уровня жидкости, электроконтактные зонды уровня, датчики температуры и соответствующая электроника для регулирования и контроля температуры и уровня раствора.



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ФИРМ UMICORE и MAZURCZAK В РОССИИ:

ЗАО "ХИМСНАБ"

420030, г. Казань, ул. Набережная, 4 тел.: (843) 214-52-25

E-MAIL: INFO@CHEMPRU, WWW.CHEMPRU



Открытое Акционерное Общество
"ТАМБОВГАЛЬВАНОТЕХНИКА имени С.И. Лившица"
392030, РФ, г. Тамбов, Моршанское шоссе, 21.
Тел.: 8(4752)532503 приемная; 531889, 537003. Факс: 8 (4752)5504415. E-mail: office@tagat.ru; http://www.tagat.ru

ТАГАТ

ОАО «Тамбовгальванотехника имени С. И. Лившица» (ТАГАТ) ведущее в стране предприятие по проектированию и изготовлению современного оборудования для гальванического производства и в области экологии.

За 44 года работы на рынке гальванического оборудования специалистами завода разработано, изготовлено и внедрено на предприятиях страны и за рубежом более 8 000 гальванических линий.

ОАО «ТАГАТ» предлагает:

- 1. Линии автооператорные автоматические и механизированные.**
- 2. Линии кареточные овалынные подвесочные, конвейерного типа.**
- 3. Ванны колокольные ВК-10, 20, 40М.** Объем колокола – 0,01; 0,02; 0,04 м³. Загрузка колокола: по массе – 2; 8; 18,3 кг. Производительность по массе – 2,0; 8,0; 36,6 кг/ч.
- 4. Установка барабанная УПН-3.** Для покрытия мелких деталей насыпью. Загрузка в барабан: по массе – 40 кг; по поверхности – 6 м²; по объему – 16 л.
- 5. 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, футеруются поливинилхлоридным пластикатом, фторопластом. Для уменьшения расхода воды предусмотрены ванны каскадной промывки деталей. Ванны изготавливаются по типовым решениям, в соответствии с ОСТ2 П65-1-80 или по техническому заданию заказчика.
- 6. Установка хромирования длинномерных штоков УГ-4.** Размер штока: диаметр – 80-100 мм; длина – 2500-10000 мм. Производительность до 1000 шт/год. Конструкция запатентована.
- 7. Системы управления.** Режимы работы – ручной, механизированный, автоматический. Управление автооператорами, плавный разгон и торможение. Контроль температуры, уровня, концентрации растворов в ваннах, управление выпрямителями, световая и звуковая сигнализации.
- 8. Барабан переносной БП-2.** Барабан состоит из полипропиленовой перфорированной обечайки в форме усеченной шестигранной пирамиды. Объем барабана 2,3 дм³. Загрузка – до 2,5 кг.
- 9. Барабаны для нанесения гальванических покрытий** различных типоразмеров из полипропилена повышенной термостойкости (до 900 С). Вращающаяся обечайка барабана собирается из секций, изготавливаемых литьем в пресс-форму на термопластавтоматах, с квадратной перфорацией 3х3 мм, или щелевой перфорацией 2х20 мм; могут изготавливаться цельносварными из полипропилена производства ФРГ с размерами и перфорацией согласно заказа.
- 10. Барабаны для нанесения химических покрытий** изготавливаются из нержавеющей стали с перфорацией диаметром 3-8 мм. Возможна поставка барабанов других размеров и перфорацией по заданию заказчика.
- 11. Корзины титановые для анодов.** Размеры корзин, расстояние от уровня раствора до нижней поверхности шины, высота шины – по согласованию с заказчиком. Корзины могут завешиваться на шины прямоугольного или круглого сечения.
- 12. Автооператоры подвесные, порталные и консольные.** Грузоподъемность при продолжительности включения 25% – 50-1000 кг.
- 13. Сушильные камеры.** 1. С температурой сушки 60-700 С (пар, электронагрев). 2. С температурой сушки 70-900 С (электронагрев). 3. С интенсивным процессом сушки при температуре 70-1100 С (электронагрев) и с осциллирующим барабаном для сушки мелких деталей насыпью. 4. Сушильные камеры и сушильные шкафы по заданию заказчика.
- 14. Фильтровальные установки.** Для фильтрации серноокислых медных и никелевых, кислых (кроме хромовокислых), щелочных, аммиачных и цианистых электролитов от механических загрязнений. Производительность – 6 м³/ч. Напор – 16,5 м. Тонкость фильтрации от 15 мкм, также с дополнительным контуром фильтрации через активированный уголь. Температура перекачиваемого раствора не более 600 С.
- 15. Насосы химстойкие.** Предназначены для перекачивания серноокислых медных и никелевых, кислых (кроме хромовокислых), щелочных, аммиачных, цианистых и нейтральных растворов. Производительность – 10 м³/ч. Напор – 19 м. Температура перекачиваемого раствора не более 600 С.
- 16. Комплекс для очистки сточных вод (КОС) гальванического производства** предназначен для очистки промывных вод от тяжелых металлов, части анионов, нефтепродуктов, СПАВ, блескообразующих добавок. Производительность – 1-30 м³/ч. Начальная концентрация тяжелых металлов в стоках до 200 мг/дм³, конечная концентрация – до ПДК.
 - Модуль обезвреживания шестивалентного хрома.
 - Модуль доочистки.
 - Вакуум-фильтр барабанного типа.
- 17. Запасные части для различных узлов гальванического оборудования.**

УДК 544.654.2

Электроосаждение блестящих покрытий сплавом никель-железо

Данилов Ф.И., Скнар И.В., Скнар Ю.Е., Вакуленко В.М.

Ключевые слова: блестящие покрытия; сплав никель-железо; физико-механические свойства; электролит; электроосаждение

Разработана технология нанесения блестящих никель-железных покрытий с содержанием железа около 20%, обладающих низкими внутренними напряжениями и высокой степенью блеска. Предложен электролит, в состав которого входят стабилизирующая и блескообразующая добавки "ФерроНик

Electroplating of Bright Nickel-Iron Coatings

Danilov F.I., Sknar I.V., Sknar Y.Y., Vakulenko V.M.

Key words: bright coatings; nickel-iron alloy; physical-mechanical properties; bath; electroplating

Electrodeposition of nickel-iron coatings with iron content of about 20 % was investigated. The presence in the electrolyte of easily oxidizable Fe^{2+} ions demands the use of stabilizing agents which prevent the oxidation and the subsequent hydrolysis of iron. Therefore, the stabilizer composition consisting of antioxidants and complexing agents "FerroNic-2" was developed. Polarization dependences for nickel and iron deposition process which had been obtained in the presence of "FerroNic-2" are demonstrated in Fig. 1. The stabilizer does not influence on anomalous character of electrodeposition of Ni-Fe alloy preferable electroreduction into the alloy of more electronegative metal. Such a mechanism of the formation of Ni-Fe alloy causes considerable difference between concentration ratio of metals in the bath $E = [Ni^{2+}] / [Fe^{2+}]$ and in the alloy $A = Ni / Fe$. An increase in the concentration of $FeSO \cdot 7H_2O$ in the bath at constant concentration of nickel ions leads to an increase in the iron to nickel ratio in an alloy (Fig. 2). At the same time, on increase in the current

density causes some decrease in the mass fraction of iron in the deposit (Fig. 2, curves 1,2,3,4). On the basis of the dependences of iron content in the alloy on current density at various concentrations of Fe^{2+} the base composition of the electrolyte was chosen. The use of this bath allow to obtain the alloy with the containing about 20 % of iron over a wide range of current density (2-7A/dm²). The brightener composition "FerroNic -1" which allows to obtain the coatings with low internal stress, high brightness and significant hardness (Tab. 1) was developed. The anode process is an essential problem of the development of alloys electroplating technology. Therefore the investigations of simultaneous dissolution of nickel and iron anodes was studied over a range of the current density, usually realized in industrial conditions (0,25-5 A/dm²). As follows from Table 2, iron ionization is primary. Constant composition of the bath can be achieved by separate regulation of currents for nickel and iron anodes or by using Ni-Fe alloy as the anode.

Введение

Электроосаждение сплава Ni-Fe используется в различных отраслях промышленности. Это и магнитные покрытия в радиотехнической и электронной промышленности [1], и износостойкие твердые покрытия в судостроении [2,3], и материал копий и прессформ, получаемых методами гальванопластики [4], и блестящие покрытия при

защитно-декоративной обработке поверхности изделий [5-8]. Гальванические покрытия сплавом Ni-Fe с содержанием железа около 20% являются приемлемой альтернативой блестящему никелю, поскольку при близкой по величине коррозионной стойкости [9] они имеют меньшую себестоимость. Замена никелевых покрытий стала особенно актуальной в связи с резким повышением стоимости никеля.

Процесс нанесения сплава никель-железо обладает рядом характерных особенностей, учет которых необходим для получения качественных осадков и стабильной работы электролита. Так, наличие в электролите легко окисляющихся растворенным кислородом ионов Fe^{2+} требует введения в раствор стабилизирующих добавок. Кроме того, состав сплава зависит от условий проведения электролиза. Поэтому важно подобрать такие состав электролита и параметры процесса, чтобы соотношение металлов в покрытии было оптимальным и не сильно изменялось в широком интервале плотностей тока. Поскольку организация анодного процесса при электроосаждении сплавов не является тривиальной, требует решения способ поддержания концентрации компонентов электролита в определенных диапазонах.

Целью настоящей работы была разработка процесса нанесения блестящих покрытий сплавом никель-железо и определение их физико-механических свойств.

Методика эксперимента

Электроосаждение сплава изучали в электролитах следующих составов (в г/л): $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ 280, $NaCl$ 20, H_3BO_3 45, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 8, 13, 19, 24 или 30, блестящая композиция "ФерроНик-1" 25, стабилизирующая композиция "ФерроНик-2" 5. Содержание железа в сплаве определяли фотокolorиметрически роданидным методом. Вольтамперограммы были получены с использованием потенциостата IPC-PRO. Все значения потенциалов электрода приведены относительно насыщенного хлорид-серебряного электрода. Внутренние напряжения определяли методом гибкого катода. Степень блеска образцов измеряли относительно серебряного зеркала с использованием измерителя блеска фотометрического типа ФБ-2. Микротвердость покрытий толщиной 25 мкм измеряли на приборе ПМТ-3 при нагрузке 100 г.

В электролите, содержащем соли двухвалентных ионов никеля и железа, происходят необратимые процессы окисления и последующего гидролиза ионов железа, для предотвращения которых в электролит вводят комплексообразователи, антиоксиданты или их смеси. В результате исследования влияния различных антиоксидантов в сочетании с комплексообразующими агентами на скорость окисления $Fe(II)$ была разработана стабилизирующая композиция "ФерроНик-2", которая использовалась во всех дальнейших исследованиях.

Экспериментальная часть

Из данных, приведенных на рис.1, следует, что введение в электролит никелирования ионов $Fe(II)$ приводит к росту электродной поляриза-

ции и снижению скорости осаждения никеля при заданном потенциале. Такое явление характерно для известного механизма аномального соосаждения металлов группы железа [10-13], которое обуславливает значительное отличие между соотношениями концентраций соосаждающихся металлов в электролите и в сплаве.

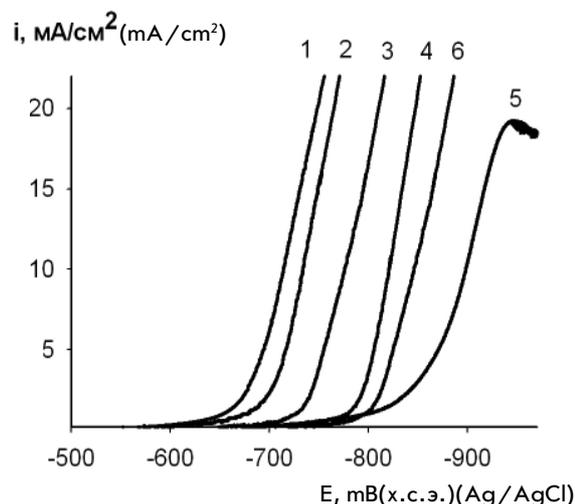


Рис.1. Поляризационные зависимости электроосаждения никеля, железа, сплава никель-железо. Состав электролита (г/л):

- 1.- $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ 280, $NaCl$ 20, H_3BO_3 45, "ФерроНик-2" 5;
- 2.- 1 + $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 13;
- 3.-1 + $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 19; 4.- 1 + $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 30;
- 5.- $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 19, $NaCl$ 20, H_3BO_3 45, "ФерроНик-2" 5;
- 6.- 3 + "ФерроНик-1" 25.

Fig.1. Electroplating of nickel, iron and nickel-iron alloy polarization curves. Bath g/l:

- 1.- $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ 280, $NaCl$ 20, H_3BO_3 45, "FerroNic-2" 5;
- 2.-1 + $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 13;
- 3.-1 + $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 19; 4.- 1 + $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 30;
- 5.- $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 19, $NaCl$ 20, H_3BO_3 45, "FerroNic-2" 5;
- 6.- 3 + "FerroNic-1" 25

Увеличение концентрации $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ в электролите при фиксированной концентрации ионов никеля приводит (рис.2) к повышению содержания железа в сплаве. В то же время, с повышением плотности тока осаждения наблюдается некоторое снижение массовой доли железа в осадке (рис.2, кривые 1,2,3,4).

Из приведенных данных видно, что получение сплава с содержанием железа 15-25% в широком диапазоне плотностей тока ($2-7A/dm^2$) возможно из электролита с содержанием сульфата никеля 280 г/л и сульфата железа 19-24 г/л.

Гальванический сплав Ni-Fe, который осаждается из электролита без блестящих добавок, характеризуется неудовлетворительными физико-механическими свойствами. В покрытиях

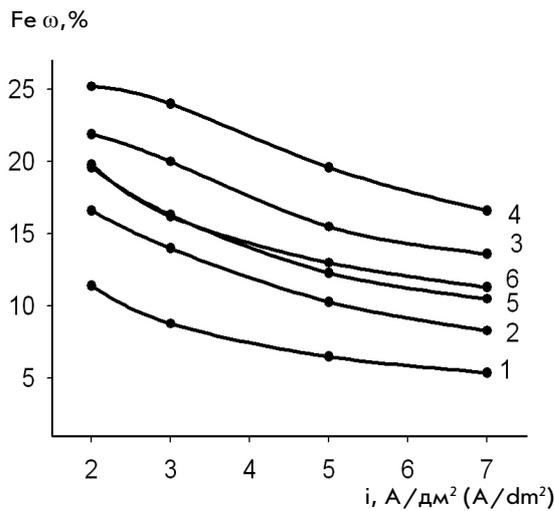


Рис.2. Зависимость содержания железа в сплаве Ni-Fe от плотности тока при различном содержании железа и блескообразующей композиции в электролите (г/л): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 280, NaCl 20, H_3BO_3 45, "ФерроНик-2" 5. Концентрация $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (г/л): 1.- 8; 2.-13; 3.-19; 4.- 24; 5. - 3+"ФерроНик-1" 25; 6. - 3 + "ФерроНик-1" 20. pH 3, t 60°C.

Fig.2. Dependence of the iron content in nyt Ni-Fe alloy on current density at different content of iron and brightener in the bath:
 $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 280, NaCl 20, H_3BO_3 45, "FerroNic-2" 5. Concentration of $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (g/l): 1.- 8; 2.-13; 3.-19; 4.- 24; 5. - 3+" FerroNic -1" 25; 6. - 3. + " FerroNic -1" 20. pH 3, t 60°C

толщиной 5 мкм внутренние напряжения растяжения достигают 670 МПа, что при толщине 25 мкм приводит к их растрескиванию. Микротвердость осадков составляет 230-300 кг/мм², степень блеска 15-30 %. Для получения блестящих защитно-декоративных покрытий с приемлемыми физико-механическими характеристиками необходимо в базовый электролит вводить специальные органические добавки. В связи с этим, была разработана и прошла лабораторные испытания блескообразующая композиция "ФерроНик-1", в состав которой входят ароматические сульфосоединения и спирты ацетиленового ряда, обычно используемые в качестве компонентов блескообразующих композиций для никелирования. Введение "ФерроНик-1" в электролит существенно не сказывается на характере зависимости содержания железа в сплаве от плотности тока (рис.2, кривые 5 и 6), однако, в сравнении с электролитом без блескообразующих добавок, сплав обогащается никелем. Введение блескообразующей композиции в электролит для осаждения сплава приводит к росту поляризации при его выделении

(рис.1, кривые 3 и 6, соответственно), что, очевидно, обусловлено адсорбцией органических добавок на металле в процессе электролиза. Судя по предложенному в [10] механизму аномального соосаждения никеля и железа, очевидно, что адсорбция органических блескообразователей изменяет количественное соотношение интермедиатов Fe(I) и Ni(I) на поверхности электрода, что и приводит к наблюдаемым изменениям парциальных токов выделения компонентов сплава. Эффективность действия "ФерроНик-1" сохраняется в значительном диапазоне концентраций, что подтверждается отсутствием заметного изменения состава сплава при снижении концентрации блескообразователя на 20 % (рис.2, кривые 6 и 5, соответственно). Влияние "ФерроНик-1" на физико-механические свойства осадков сплава никель-железо и технологические параметры процесса их осаждения демонстрируется данными, приведенными в таблице 1.

Использование блескообразующей композиции "ФерроНик-1" позволяет получать покрытия сплавом никель-железо со степенью блеска 92-94% в диапазоне плотностей тока 2-7 А/дм², при этом внутренние напряжения при толщине 25 мкм не превышают 80 МПа, а микротвердость достигает 372 кг/мм². Во всем диапазоне плотностей тока наблюдается выход по току 91-95%, производительность процесса достигает 1,5 мкм/мин.

Как уже отмечалось, существенной проблемой при разработке технологии электрохимического осаждения сплавов является организация анодного процесса, позволяющая поддерживать в течение электролиза заданную концентрацию ионов металлов в растворе. В этой связи были проведены исследования по совместному растворению никелевых и железных анодов в диапазоне плотностей тока, обычно реализуемом в промышленных условиях (0,25-5 А/дм²). Как видно из табл.2, при этом преимущественной является ионизация железа, причем с повышением общей анодной плотности тока (i_a) наблюдается увеличение доли тока, идущей на растворение никеля, достигающей 30% при 5 А/дм². Очевидно, токи растворения обратно пропорциональны фарадеевским сопротивлениям реакций анодного растворения никеля и железа, величины которых сближаются при увеличении общей плотности тока. Введение в электролит блескообразующей композиции усугубляет ситуацию и, как следует из таблицы, растворение никеля начинается только при i_a 2,5 А/дм². Таким образом, для поддержания соотношения токов растворения железа и никеля, соответствующего составу сплава, при равных площадях поверхностей анодов необходимо задавать плотности тока значительно превышающие 5 А/дм², что недо-

Таблица 1. Физико-механические свойства осадков сплава никель-железо и технологические характеристики процесса осаждения покрытий.

Table 1. Physical-mechanical properties of nickel-iron coatings and technological characteristics of electroplating process

Состав электролита г/л Composition of bath g/l	Плотность тока, А/дм ² ; A/dm ²	Выход по току, %; CE, %	Внутренние напряжения покрытия МПа; Internal Stress, МПа		Микротвёрдость, г/мм ² ; Hardness, kg/mm ²	Степень блеска, % Brightness, %
			Толщина покрытия 5 мкм; Coating thick- ness 5 μm	Толщина покрытия 25 мкм; Coating thick- ness 25 μm		
NiSO ₄ · 7H ₂ O 280, NaCl 20, H ₃ BO ₃ 45, FeSO ₄ · 7H ₂ O 19, "ФерроНик-2" 5, "ФерроНик-1" 25. ("FerroNic-2" 5, "FerroNic-1" 25)	2	91	0	80	303	92
	3	93	0	34	325	92
	5	95	0	36	372	94
	7	95	0	0	300	93
NiSO ₄ · 7H ₂ O 280, NaCl 20, H ₃ BO ₃ 45, FeSO ₄ · 7H ₂ O 19, «ФерроНик-2» 5; «ФерроНик-1» 20 ("FerroNic-2" 5, "FerroNic-1" 20)	2	92	90	80	330	90
	3	93	70	45	330	89
	5	96	45	34	350	91
	7	96	0	5,5	350	90

Таблица 2. Параметры совместного растворения никелевых и железных анодов.

Table 2. Characteristics of simultaneous dissolution of nickel and iron anodes

Состав электролита, г/л Bath composition, g/l	S _{Ni} /S _{Fe}	ia, А/дм ² A/dm ²	I, А	I _{Ni} , А	I _{Fe} , А	I _{Fe} /I _{Ni}
NiSO ₄ · 7H ₂ O 281; NaCl 20; H ₃ BO ₃ 45; FeSO ₄ · 7H ₂ O 19; "ФерроНик-2" 5. ("FerroNic-2" 5)	1:1	0,25	0,05	0	0,05	-
		0,5	0,10	0	0,10	-
		0,75	0,15	0	0,15	-
		1,25	0,25	0,002	0,248	124
		1,75	0,35	0,008	0,342	43
		2,5	0,50	0,017	0,483	29
NiSO ₄ · 7H ₂ O 281, NaCl 20, H ₃ BO ₃ 45, FeSO ₄ · 7H ₂ O 19, «ФерроНик-2» 5; «ФерроНик-1» 20 ("FerroNic-2" 5, "FerroNic-1" 20)	1:1	0,25	0,05	0	0,05	-
		0,5	0,10	0	0,10	-
		0,75	0,15	0	0,15	-
		1,25	0,25	0	0,25	-
		1,75	0,35	0	0,35	-
		2,5	0,50	0,015	0,485	32
5	1,00	0,3	0,7	2,3		

S_{Ni}, S_{Fe}, I_{Ni}, I_{Fe} – площади поверхностей и парциальные токи растворения никеля и железа, соответственно;
I – суммарный анодный ток.

S_{Ni}, S_{Fe}, I_{Ni}, I_{Fe} – surface areas and partial currents of dissolution of nickel and iron respectively. I – total anodic current.

пустимо из-за возникающей при этом пассивации никелевых анодов. Поставленная задача может быть решена при использовании никелевых анодов с поверхностью в десятки раз превышающей поверхность железных, что также практически нереализуемо.

Устранить различия в скорости растворения никеля и железа можно путем включения в параллельные ветви электрической цепи, соответствующие никелевому и железному анодам, дополнительных одинаковых сопротивлений, многократно превышающих фарадеевские сопротивления реакций анодного растворения металлов. В ряде экспериментов, мы разделяли анодное и катодное пространства высокоомной мембраной, вклад омического сопротивления которой в импеданс каждой ветви электрической цепи оказывался определяющим. В этом случае, вне зависимости от соотношения величин фарадеевских сопротивлений реакций, токи растворения анодов из никеля и железа соотносятся как величины площадей их поверхностей.

Поддержание заданного состава электролита по ионам никеля и железа можно также организовать путем отдельного регулирования токов никелевого и железного анодов или используя в качестве анода сплав Ni-Fe.

Таким образом, из электролита следующего состава г/л: NiSO₄ · 7H₂O 280-300, NaCl 5-25, H₃BO₃ 40-50, FeSO₄ · 7H₂O 19-24, стабилизирующая композиция «ФерроНик-2» 4-6, блескообразующая композиция «ФерроНик-1» 20-25 в температурном интервале 50-60°C и pH 3-4 осаждаются покрытия Ni-Fe с содержанием железа 15-25% с низкими внутренними напряжениями и высокой степенью блеска при значительной микротвердости в широком диапазоне плотностей тока (2-7 А/дм²). Предлагаемый электролит является стабильным в работе. Корректировка по добавкам «ФерроНик-1» и «ФерроНик-2» производится после пропускания через электролит 10 А · ч/л.

Список литературы

1. Грилихес С.Я., Тихонов К.И. Электролитические и химические покрытия. Теория и практика. – Л.: Химия, 1990. – 288 с.
2. Милушкин А.С. Наводороживание железоникелевого сплава в присутствии сульфосоединений // Защита металлов. – 1996. – Т. 2, № 3 – С.190– 195.
3. Милушкин А.С. Четвертичносульфоаммониевые хлориды в качестве ингибиторов наводороживания при электроосаждении сплава Fe-Ni // Журнал прикладной химии. – 1996. – Т. 2, № 3 – С.190– 195.
4. Головчанская Р.Г., Свирщевская Г.Г., Коротаяева Е.В., Хо Куанг Лам. Электро-

осаждение сплава железо-никель для изготовления гальванопластических копий и прессформ // Гальванотехника и обработка поверхности. – 1996. – Т. 2, № 3 – С.46– 49.

5. Пат. 3878067 США, МКИ С 25 D 3/56. Electrolyte and method for electrodepositing of bright nickel-iron alloy deposits: Пат. 3878067 США, МКИ С 25 D 3/56. Tremmel; Robert Arnold; Oxy Metal Finishing Corporation. – № 05/414003; Заявл.08.11.73; Оpubл.15.04.75; НКИ 205/260. – 11 с.

6. Пат. 3974044 США, МКИ С 25 D 3/56. Bath and method for the electrodepositing of bright nickel-iron alloy deposits: Пат. 3974044 США, МКИ С 25 D 3/56. Tremmel; Robert Arnold; Oxy Metal Industries Corporation. – № 05/563758; Заявл.31.03.75; Оpubл.10.08.76; НКИ 205/260. – 11 с.

7. Пат. 4450051 США, МКИ С 25 D 3/56. Bright nickel-iron alloy electroplating bath process: Пат. 4450051 США, МКИ С 25 D 3/56. Tremmel; Robert Arnold; OMI International Corporation. – № 06/410685; Заявл.23.08.82; Оpubл.22.05.84; НКИ 205/101. – 11 с.

8. Berger Uwe, Pofalla Rolf. NIRON 3000 – Verfahren zur Abscheidung von Nickel-Eisen-Legierungen // Galvanotechnik. – 2007. – v.98, №6 – P. 1368-1370.

9. Федотьев Н.П., Бибииков Н.Н., Вячеславов П.М., Грилихес С.Я. Электролитические сплавы. М.: Машгиз, 1962, с. 312.

10. M. Matlosz. Competitive adsorption effects in the electrodeposition of iron-nickel alloys Anomalous // J. Electrochem. Soc.– 1993. – v.140, №8 – P. 2272-2279.

11. N. Zech, E. J. Podlaha, D. Landolt. Rotating cylinder Hull cell study of anomalous codeposition of binary iron-group alloys // J. Appl. Electrochem.– 1998. – v.28 – P. 1251-1260.

12. N. Zech, E. J. Podlaha, D. Landolt. Anomalous codeposition of iron group metals. I. Experimental results // J. Electrochem. Soc.– 1999. – v.146, №8 – P. 2886-2891.

13. N. Zech, E. J. Podlaha, D. Landolt. Anomalous codeposition of iron group metals. II. Mathematical model // J. Electrochem. Soc.– 1999. – v.146, №8 – P. 2892-2900.

Сведения об авторах:

Данилов Феликс Иосифович, профессор, д.х.н., заведующий кафедрой физической химии, Украинский государственный химико-технологический университет, 49005, Днепропетровск, Украина, пр.Гагарина, 8, тел.: +380562-474-586.

Danilov Felix Iosifovich – Professor, Doctor of Chemical Science, Head of the Department of Physical chemistry, Ukrainian State University of Chemical Engineering, 49005, Dnepropetrovsk, Ukraine, Gagarin Avenue, 8, tel.: +380562-474-586.

Скнар Ирина Владимировна – аспирант.
Sknar Irina Vladimirovna – postgraduate student.

Скнар Юрий Евгеньевич – старший научный сотрудник, к.х.н.; тел.: +38-0562-47-05-00;

+38-0562-32-43-29; e-mail: yuriy.sknar@gmail.com.

Sknar Yurii Yevgenievich – senior scientist, PhD.; tel.:+38-0562-47-05-00; +38-0562-32-43-29; e-mail: yuriy.sknar@gmail.com.

Вакуленко Владимир Мифодиевич – директор, к.х.н., ООО НПФ «ДХТИ-ГАЛ-ТЭКС»; 49005, Днепропетровск, Украина, пр. Гагарина, 8.

Vakulenko Vladimir Mephodievich – director, PhD, GALTEX Co., 49005, Dnepropetrovsk, Ukraine, Gagarin Avenue, 8.



НПК «Регенератор»



предлагает бессточную систему малоотходной технологии (МОТ) с замкнутым циклом использования промывных вод процессов покрытий на установке регенерации промывных вод (УРПВ) с уникальным минерально-углеродного сорбента (МУС)

МУС – это сферические гранулы чёрного цвета, приготовленные по определённой технологии, не токсичен, имеется токсикологический паспорт и сертификат, регенерируется легко со 100 %-м восстановлением первоначальных свойств. Сорбирует: хром, медь, кадмий, олово, свинец, висмут, серебро, золото, никель, цинк, ртуть. Разлагает циан в доли секунды с образованием газов азота и окиси (двуокиси) углерода при комнатной температуре.

Для процессов с использованием шестивалентного хрома – МУС работает без появления хрома в стоках не менее 1 года, а затем необходимо провести регенерацию в течение 16 часов (аналогично регенерации ионообменных смол). После регенерации МУС вновь работает не менее года и так далее: регенерация – работа – регенерация свыше 100 лет со 100 %-й активностью (данные ускоренного метода, практические данные – 24 года), до полного физического износа (следовательно, нет проблемы утилизации отработанного сорбента).

УРПВ из двух колонок (УРПВ-2) ёмкостью 40 л, высотой до 2 метров, весом около 200 кг, занимает площадь 0,25 м кв., монтируется в непосредственной близости от промывной ванны и используется для рабочей ванны, например, Хромирования, Пассивации, Меднения, Оловянирования, Кадмирования, объёмом 0,8-1,2 м куб. Для ванн 0,4 м куб. – УРПВ-1.

Мы гарантируем проектирование, изготовление, доставку, монтаж и ввод в эксплуатацию в течение 3-х месяцев с даты перечисления денежных средств на Р/сч НПК «Регенератор».

Стоимость УРПВ-2 со склада - 20 тыс. у.е. (по России) и 50 тыс. у.е. (для других стран) с гарантийным авторским надзором в течение года.

Затраты на внедрение УРПВ окупаются за 1-2 года. При этом полностью прекращается сброс стоков не только в городскую канализацию, но и на очистные сооружения завода.

Для внедрения бессточной технологии необходимо иметь трёхступенчатую промывку и работать только на дистиллированной (деминерализованной) воде.

Аналогичные системы лучших мировых фирм стоят в три раза дороже, а межрегенерационный цикл составляет не более 0,5 месяца при гарантии срока работы всей системы не более 5 лет.

Бессточная технология НПК «Регенератор» внедрена на многих предприятиях бывшего СССР и России. В 1990 году выигран международный конкурс с фирмой «Блайсберг».

РАЗРАБОТЧИКИ: к.т.н., с.н.с. НЕЧАЕВ Б.Н., ИНЖЕНЕР НЕЧАЕВ И.Б., ИНЖЕНЕР НЕЧАЕВ А.Б.

Тел. \ факс (495) 305-70-51; 706-44-28; 777-59-92. 111399, г. Москва, МАРТЕНОВСКАЯ 7-51 .

УДК 669.718.7

Получение наномодифицированных композиционных никелевых гальванических покрытий

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

Ключевые слова: гальванотехника; наноуглерод; композиционные покрытия

Рассмотрена технология получения композиционных никелевых гальванических покрытий, модифицированных наноуглеродным материалом «Таунит». Экспериментально установлено увеличение микротвёрдости и снижение пористости наномодифицированных никелевых покрытий. Высказано предположение, что эти показатели улучшаются за счёт совершенствования структуры никелевого покрытия в результате воздействия на него наноуглеродных трубок в процессе осаждения. Указанные эффекты улучшения свойств покрытий проявляются при малых концентрациях наноматериала «Таунит» (0,05 – 0,08 г/л) в электролите.

Nano-modified Composite Nickel Coatings

Tkachev A.G., Litovka Yu.V., Dyakov I.A., Kuznetsova O.A.

Key words: electroplating; composite coatings; carbon nano-tubes

Electrodeposition of composite nickel coatings containing carbon nano-tubes (CNT) as a second phase has been studied. The nano-tubes are long hollow fibres consisting of grafen layers with fullerene-like design. The number of layers did not exceed 30 and the diameter ranged from 10 to 60 nm. The per cent of structurized carbon was above 95%. The nickel bath of Watt's type contained (g/l): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 280–300, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 50–70, H_3BO_3 30–40, pH 4.5. The carbon tubes content ranged from 1 to

1000 mg/l. Prior to the electrodeposition after the addition of carbon tubes solution was treated by ultrasound to disaggregate the solid phase and to ensure it more uniform distribution in the solution. The structure of tubes is shown in Fig.1 and the microstructure of nickel coatings obtained in the plain solution and in the presence of nano-tubes (0,06 g/l) is shown in Fig.2. The addition of carbon to the plating solution results in the increasing hardness, reducing porosity (Table 1) and in the formation of fine-grain deposits.

Введение

Стремительно развивающиеся в последние годы технологии получения нанодисперсных материалов ставят задачу поиска областей их применения. Одним из возможных направлений использования нанодисперсных материалов является получение наномодифицированных композиционных гальванических покрытий с улучшенными свойствами. Научно-исследовательские работы в этом направлении ведутся различными организациями и первые полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности этого направления. Хорошие показатели получены при гальваническом соосаждении наноалмазов с хромовыми и никелевыми покрытиями, а также с покрытиями из благородных металлов [1–8].

Интерес представляет получение наномодифицированных композиционных гальванических

покрытий с использованием фуллереноподобных углеродных нанотрубок (УНТ) - наноуглеродного материала, зарегистрированного под торговой маркой «Таунит». Перспективность данного направления обосновывается производством УНТ «Таунит» в промышленных масштабах.

Методики эксперимента

УНТ производятся пиролизом углеводородов с использованием никелевого катализатора и представляют собой длинные полые волокна, состоящие из графеновых слоёв фуллереноподобной конструкции. Количество графеновых слоёв не более 30, диаметр от 10 до 60 нанометров [9]. При этом количество структурированного углерода не менее 95%.

Готовый продукт представляет собой сухой сыпучий порошок чёрного цвета, в котором на-

нотрубки спутаны и образуют агломераты (гранулы) микрометрических размеров и неправильной формы, что видно на снимке, сделанном на атомно-силовом микроскопе NT MDT Integra Spectra (рис.1). Для ряда применений целесообразно использовать агломераты, в других случаях – отдельные нанотрубки [9]. Для уменьшения размеров агломератов, а также получения отдельных нанотрубок разработан ряд методов, например, обработка ультразвуком [10–12]. Электролиты никелирования с добавлением ультрадисперсных алмазов, обработанные ультразвуком на этапе приготовления, сохраняют работоспособность и седиментационную устойчивость в производственных условиях в течение двух лет [11]. Этот же технологический приём был использован нами при работе с УНТ.

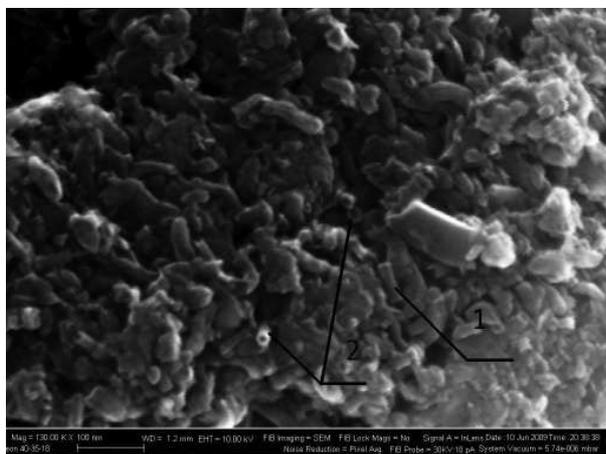


Рис. 1. Структура УНТ «Таунит». Нанотрубки, видимые: 1 – сбоку; 2 – с открытого торца
Fig.1. Structure of CNT. Magnification x170000.

Технологии получения композиционных гальванопокрытий известны [1–8, 13–15]. При этом такие покрытия отличаются повышенной твёрдостью, износостойкостью, жаростойкостью, улучшенными антифрикционными и другими свойствами. Однако использование в качестве наполнителя УНТ «Таунит» не изучалось. Целью данной работы являлось получение модифицированных нанотрубочным материалом «Таунит» композиционных никелевых гальванических покрытий и изучение их свойств.

Исследования проводились на лабораторной установке, представляющей набор титановых ванн с объёмом электролита 1 дм³ каждая, помещённых в водяную баню с автоматическим поддержанием заданной температуры процесса. Ванны снабжены барботёром. Питание ванны осуществлялось от линейного стабилизированного

источника тока Б5-1820 или от промышленного выпрямительного агрегата Пульсар Про 50/12 54. При проведении процесса осуществлялась непрерывная фильтрация электролита через фильтровальную установку МС4 (фирма «SIEBEC», Франция) с картриджом, рассчитанным на задержание частиц размером более 10 мкм.

В качестве анода использовалась никелевая квадратная пластина площадью 0,1 дм², в качестве катода – стальная квадратная пластина из Ст 3 площадью 0,1 дм². Покрытия получали в электролите Уоттса с добавками и без добавок, приготовленном на дистиллированной воде и имеющем состав (г/л): NiSO₄·7H₂O 280–300, NiCl₂·6H₂O 50–70, H₃BO₃ 30–40, pH 4.5. Покрытия осаждали при плотности тока i_k 4 А/дм² и температуре электролита 52°C в течение 50 мин.

В электролит добавляли порошок УНТ как очищенный ($C_{\text{УНТ оч}}$), так и неочищенный ($C_{\text{УНТ неоч}}$) от никелевого катализатора в концентрациях от 1 до 1000 мг/л. Каждый раз после добавления УНТ электролит обрабатывали на ультразвуковой установке для уменьшения размеров агломератов из нанотрубок и более равномерного распределения УНТ в электролите. Ультразвуковая установка ИЛ 100-6/4, частота обработки – 22 кГц. При каждой концентрации УНТ проводили от двух до пяти экспериментов. Толщину покрытия измеряли по ГОСТ 9.302-88 прибором неразрушающего контроля «Константа К5». На каждом образце толщину покрытия измеряли в 7 точках.

Микротвёрдость покрытий измеряли по ГОСТ 9450-76 с помощью прибора ПМТ-3М1 с фотоэлектрическим окулярным микрометром ФОМ-2-12,5 с автоматической обработкой результатов измерений. Для проверки результатов микротвёрдость образцов измеряли также в независимой лаборатории Инновационного центра «Нанотехнологии и наноматериалы», г. Тамбов, на моторизованном микротвердомере DM 8B AUTO и на наноиндентометре G 200. На каждом образце микротвёрдость измеряли в тех же точках, в которых измеряли толщину покрытия, после чего результат усредняли.

Для исследования распределения УНТ «Таунит» в электролите никелирования Уоттса использовали прибор MicroSizer 201c, предназначенный для измерения распределения частиц по размерам в суспензиях. Основной диапазон измерения размеров частиц 0,2 – 600 мкм. Принцип действия анализатора заключается в следующем. Излучение He-Ne лазера с помощью линзовой системы фокусируется в плоскость детектора. Сходящийся пучок лучей пропускается через плоскопараллельную кювету с образцом. При наличии в образце частиц наблюдается рассеяние света.

Индикатриса рассеяния (угловая зависимость интенсивности рассеянного излучения) определяется размером частиц. Измерение индикатрисы позволяет найти распределение частиц по размерам.

Экспериментальная часть

Результаты исследований свойств получаемых покрытий представлены в табл.1.

Как видно из табл.1, добавление УНТ «Таунит» в электролит Уоттса приводит к существенному увеличению микротвёрдости никелевого покрытия по сравнению с покрытием, полученным из электролита Уоттса без добавления наноматериала. Наибольшие значения микротвёрдости получаются при малых концентрациях УНТ (при Сунт 0.06 г/л). При концентрациях УНТ более 0,2 г/л покрытие получается перенасыщенным углеродом, с большими дендритами, чёрного цвета с низкой микротвёрдостью.

Для выявления причины увеличения микротвёрдости покрытия оно изучалось с использованием атомно-силового микроскопа NT MDT

Integra Spectra. На рис.2а показана структура покрытия, полученного из электролита Уоттса без добавок, на рис. 2б – из электролита, содержащего 60 мг/л УНТ, очищенного от никелевого катализатора. На фотографии видно, что размер кристаллов наномодифицированного никелевого покрытия существенно меньше, чем размер кристаллов обычного никелевого покрытия. Мелкокристаллическая структура и обеспечивает увеличение микротвёрдости покрытия.

Для изучения внедрения нанотрубок в покрытие фотографировали излом покрытия с использованием атомно-силового микроскопа NT MDT Integra Spectra. На рис. 3 видна нанотрубка, внедрившаяся в покрытие.

Пористость покрытия исследовали по ГОСТ 9.302-88. Образцы обрабатывались раствором № 32 состава: калий железосинеродистый 3 г/дм³, натрий хлористый 10 г/дм³, после чего с использованием микроскопа МБС-9 с кратностью увеличения 56х подсчитывали число пор на образце и приводили к единице площади. Результаты представлены в табл.1.

Таблица 1. Свойства никелевых покрытий.
Table 1. Nickel coating characteristic

Концентрация УНТ в электролите Уоттса, г/л CNT concentration in the Watts solution, g/l	Микротвёрдость, кг/мм ² Hardness, kg/mm ²	Пористость, пор/см ² Porosity, pore/cm ²
0	235 - 390	7- 12
0,02	460 - 610	3 - 8
0,04	420 – 560	0,1 – 1,1
0,06	507 – 770	0
0,08	420 – 620	0
0,1	410 - 520	0

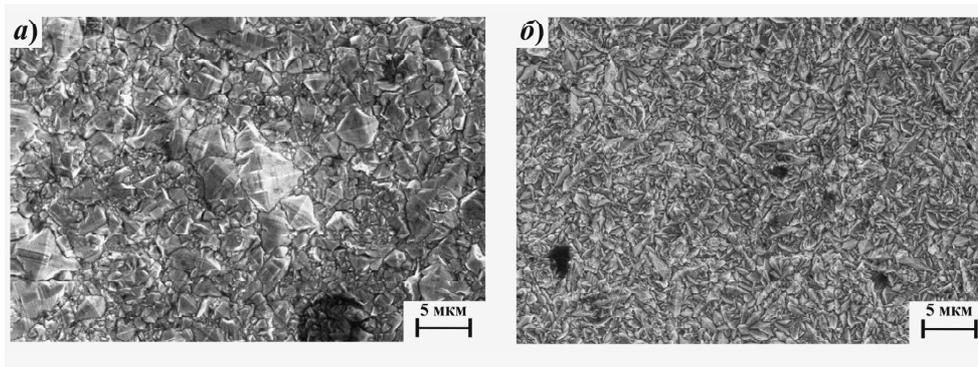


Рис.2. Микроструктура никелевых покрытий, полученных из:
а) – исходного электролита Уоттса; б) – электролита, модифицированного УНТ (0,06 г/л).

Fig.2. Carbon nanotube in the nickel coating. x1800

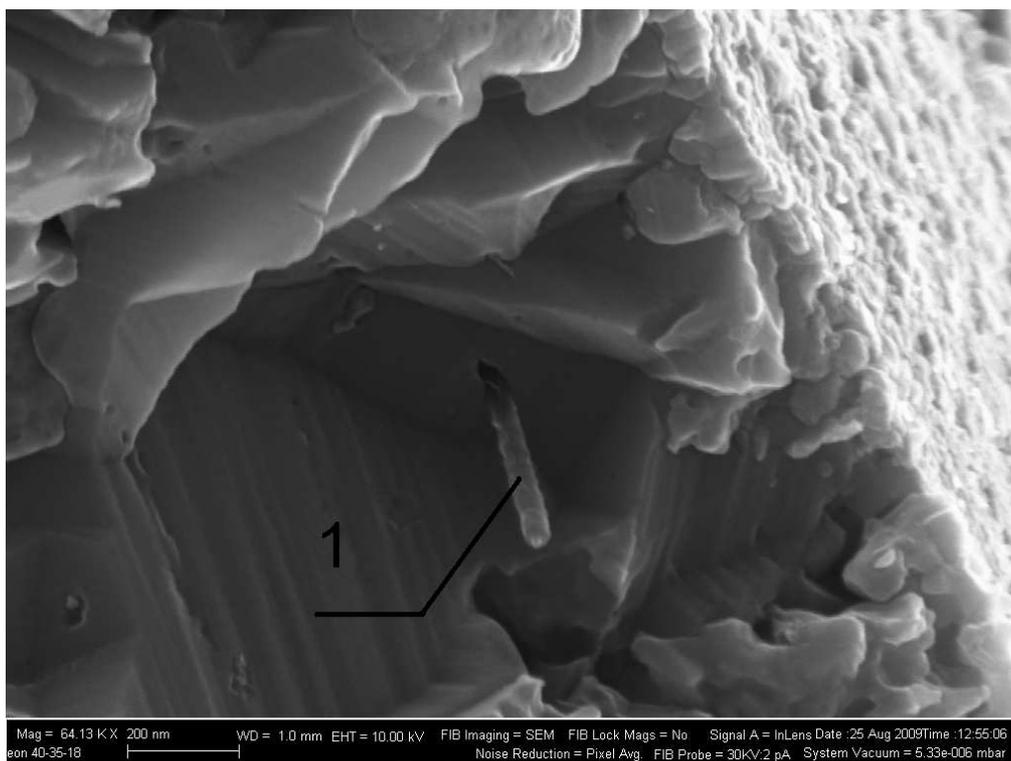


Рис. 3. Нанотрубка (1), внедрившаяся в никелевое покрытие
Fig.3. Nano-tube in Ni coating

Как видно из табл.1, уже при концентрации в электролите УНТ «Таунит» 0,04 г/л пористость снижается в 10 раз, а при концентрации 0,06 г/л и выше получается беспористое покрытие. При этом перед измерением пористости образцы выдерживались до двух месяцев, поскольку внутренние напряжения никелевых покрытий, полученных из электролита Уоттса, имеют тенденцию нарастать и приводить со временем к растрескиванию покрытия.

Важным показателем технологического процесса является изменение концентрации углеродных нанотрубок. Экспериментально установлено, что корректировка электролита путём добавления 0,03 г/л УНТ должна осуществляться после прохождения количества электричества 10 А·час.

Исследовали распределение частиц по размерам в электролите сразу после распределения в нём нанокремнекислота; после обработки электролита ультразвуком на ультразвуковой установке ИЛ 100-6/4; после обработки партии деталей; после старения электролита в течение до одного месяца (для выяснения вопроса – будут ли нанотрубки собираться в агломераты). Были получены следующие результаты. Ультразвуковая обработка уменьшает размеры агломератов. При обработке деталей нанотрубки в агломераты не объединя-

ются. В процессе старения электролита нанотрубки в агломераты не объединяются.

Таким образом, общие выводы изучения процессов получения модифицированных нанокремнекислотным материалом «Таунит» никелевых гальванических покрытий следующие:

1. Добавление УНТ в электролит никелирования Уоттса приводит к существенному увеличению микротвёрдости и снижению пористости осаждённых никелевых гальванических покрытий. Эти показатели улучшаются за счёт совершенствования структуры никелевого покрытия в результате воздействия на него нанокремнекислотных трубок в процессе осаждения.

2. Указанные эффекты улучшения свойств покрытий проявляются при малых концентрациях УНТ «Таунит» (0,05 – 0,08 г/л) в электролите.

Широкое применение технологий получения композиционных гальванических покрытий сдерживалось, кроме определённых технологических трудностей, ещё и высокой стоимостью электролитов со второй фазой. Поэтому в заключение следует остановиться на экономических вопросах применения нанокремнекислотного материала «Таунит» при производстве гальванопокрытий. При оптимальной концентрации УНТ 0,05 – 0,08

г/л его количество, необходимое для использования в гальванической ванне с рабочим объёмом 1,4 м³, составит 70 – 112 г. Периодическая коррекция электролита нанопорошковым материалом также производится его незначительными объёмами. Такое количество практически не влияет на себестоимость производства. В то же время, за счет улучшения качества покрытия, применение УНТ «Таунит» оказывается весьма выгодным.

Литература

1. Нагаева Л.В. Применение нанопорошков в электролитах никелирования как способ получения никелевых покрытий, по свойствам не уступающим хромовым покрытиям.// Коррозия: материалы, защита, 2007. -№9. -С. 32-36.
2. Чухаева С.И. Получение, свойства и применение фракционированных наноалмазов// Физика твёрдого тела. -2004, Т.46. Вып.4. -С. 610 – 613.
3. Хромовое нано-углеродное покрытие «АлМет». Тез. докл. научно-технической конф. «Итоги и перспективы использования наноалмазных материалов в отечественной и зарубежной промышленности», г. Юбилейный Московской области, 2008.
4. Буркат Г.К., Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы в гальванотехнике// Физика твёрдого тела.- 2004.- Т. 46, Вып.4,-С. 685 – 692.
5. Verbesserte tribologische Eigenschaften durch Nanodispersionsschichten// Galvanotechnik. – 2001. – 92, №11.- С.2940.
6. Целуйкин В.Н., Толстова И.В., Соловьёва Н.Д., Гунькин И.Ф. Свойства композиционных покрытий никель-фуллерен С60 // Гальванотехника и обработка поверхности.- 2006.- Т. XIV, №1.- С.28-31.
7. Химиченко А.А., Исаков В.П., Лямкин А.И. О возможности применения нано-алмазных частиц в износостойких электрохимических покрытиях //Тез. докл. VII Всероссийской конф. «Физикохимия ультрадисперсных (нано-) систем», г.Звенигород.- 2005. – с.341.
8. Патент РФ № 2 156 838 С1 МПК7 С 25 D 15/00.
9. Ткачёв А.Г., Золотухин И.В. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур. – М.: Машиностроение-1.- 2007. – 316 с.
10. Патент РФ №2 088 689 МПК7С23С18/00.
11. Торопов А.Д., Детков П.Я., Чухаева С.И. Получение и свойства композиционных никелевых покрытий с ультрадисперсными

- алмазами// Гальванотехника и обработка поверхности. –1999.- Т.VII, №3.-С.14-19.
12. Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий: Нанотехнологии.- М., Техносфера. – 2004. – 328 с.
 13. Антропов Л.И., Лебединский Ю.Н. Композиционные электрохимические покрытия и материалы. – К.: Техніка. - 1986. – 200 с.
 14. Бородин И.Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями. – М.: Машиностроение.- 1982. – 141 с.
 15. Сайфуллин Р.С. Композиционные покрытия и материалы. М., Химия. -1977. – 271 с.

Сведения об авторах:

Литовка Юрий Владимирович, д.т.н., профессор, кафедра «Системы автоматизированного проектирования», Тамбовский государственный технический университет. 392000, Тамбов, ул.Советская,106. тел.: (4752)-63-26-01. E-mail: polychem@list.ru
Litovka Yury Vladimirovich, Professor. Department «Computer aid design». Tambov State Technical University. phone: (4752)63-26-01. 392000, Tambov, Sovetskaya 106. E-mail: polychem@list.ru. Mobile phone: (905)121-61-15.

Ткачёв Алексей Григорьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой. Кафедра «Техника и технологии машиностроительных производств», телефон: (4752)-63-92-93. E-mail: nanotam@yandex.ru

Tkachev Alexey Grigoryevich, Professor, Head of Department «Technics and technologies of machine-building manufactures», phone: (4752)-63-92-93. E-mail: nanotam@yandex.ru

Кузнецова Ольга Александровна, оператор ЭВМ. Кафедра «Системы автоматизированного проектирования», Тамбовский государственный технический университет. телефон: (4752)-63-26-01.

Kuznetsova Olga Alexandrovna, Operator of Computer. Department «Computer aid design». Tambov State Technical University. phone: (4752)-63-26-01.

Дьяков Игорь Алексеевич, доцент, к.т.н. Кафедра «Системы автоматизированного проектирования». тел: (4752)-63-26-01. E-mail: igord67@gmail.com.

D'yakov Igor Alekseevich - Senior lecturer. Ass.professor. Department «Computer aid design». Tambov State Technical University. phone: (4752)-63-26-01. E-mail: igord67@gmail.com.

УДК 621.357.7; код ВАК 05.17.03

Электроосаждение сплавов медь-никель из сульфосалицилатно-аммиачного электролита и их физико-механические свойства

Виноградов С.Н., Севостьянов Н.В.

Ключевые слова

Сплав; медь-никель; электроосаждение; состав сплава; выход по току; износостойкость; переходное электросопротивление; внутренние напряжения

Исследованы зависимости составов сплавов медь-никель и выходов по току от состава, pH и температуры электролита и от катодной плотности тока. Приведены результаты исследования кинетики осаждения сплава. Представлена морфология покрытия. Рассмотрены физико-механические свойства покрытия, такие как внутренние напряжения, переходное электросопротивление и износостойкость.

Copper-Nickel Alloys Electrodeposition from Sulfo Salicylate-Ammoniac Bath and Their Physico-Mechanical Properties

Vinogradov S.N., Sevostyanov N.V.

Key words: Copper-nickel alloy; electrodeposition; alloy composition; current efficiency; wear resistance; transition electroresistance; internal stress

Cu-Ni alloys have good corrosion resistance in wet media and can be used for plating electrical contacts. Since the difference between standard potentials of copper and nickel is relatively high – about 0.59 V – is difficult to deposit both metals simultaneously. A combination of ligands – sulfo salicylic acid and ammoniak has been proposed to make the deposition potentials closer. The effects of bath composition, cathode current density, temperature and pH on the composition of deposits and current efficiency was studied. An increase in current density results in lower copper content and current efficiency. Cop-

per content and current efficiency are increasing at higher concentration of copper ions in solutions and higher temperature (Figs. 1 to 4). At higher pH copper content is slightly increasing, but current efficiency is reducing (Fig. 6). The effect of alloy composition on the internal stress has been revealed (Fig. 11). The alloy deposited has spheroid structure. Mixed kinetic control takes place for the alloy and copper deposition (Fig. 10) and an electrochemical one – for nickel (Fig. 9). Results obtained has shown that Cu-Ni coatings can be used as protective ones as well as for plating electrical contacts.

Введение

Гальванические покрытия сплавами медь-никель применяются как декоративные, для изготовления фурнитуры и защиты от коррозии во влажной среде [1, 2]. Также они перспективны для покрытия слаботочных электрических контактов [3, 4].

Разность стандартных потенциалов меди и никеля составляет ~ 0,59 В, в результате чего их совместный разряд на катоде из растворов

простых солей весьма затруднен. Первыми были опробованы цианидные и тиосульфатные электролиты, но из-за низкого выхода по току они не получили промышленного применения [2]. Получение покрытий сплавом медь-никель возможно из растворов простых солей меди и никеля [5]. Однако такие электролиты по своим характеристикам и качеству покрытий не удовлетворяют потребностям промышленности. Известен цитратный

электролит [6, 7], который не позволяет получить качественные покрытия толщиной более 10 мкм. Коррозионностойкие покрытия сплавом медь-никель были получены также из трилонатных кислых электролитов [8].

В настоящее время в промышленности применяются пирофосфатные электролиты. Они позволяют получать качественные покрытия сплавом медь-никель [2], однако для комплексообразования меди и никеля расходуется большое количество пирофосфата калия (до 500 г/л), электролит имеет низкую производительность, при работе необходимо осуществлять перемешивание электролита, что вносит нестабильность в работу [9].

В настоящей работе для сближения потенциалов разряда меди и никеля предложено использовать комбинацию лигандов - сульфосалициловую кислоту и аммиак. В результате образования смешанных комплексов потенциалы выделения меди и никеля сдвигаются в сторону электроотрицательных значений. Этот сдвиг более резко выражен у меди, что приводит к уменьшению разности потенциалов и возможности осаждения меди и никеля.

Методики экспериментов

Для изучения технологических закономерностей электроосаждения сплава медь-никель использовали стеклянную термостатированную ячейку емкостью 0,25 л. Сплавы осаждали из электролитов, содержащих (в г/л): CuSO_4 7–20, NiSO_4 50, Ssal 80, NH_4OH (водный 30% р-р) 5–7 мл/л, сахарин 1 г/л. В качестве анодов использовали никелевый и медный пластинчатые аноды. Концентрацию металлов в электролите в процессе работы корректировали по данным химического анализа.

Выход по току определяли кулонометрическим методом. Состав сплава определяли спектрофотометрическим анализом водного раствора методом Фирордта с известными показателями поглощения компонентов [10] на спектрофотометре КФК-3. Покрытие сплавом растворяли в азотной кислоте с последующим переводом полученных солей в сульфаты, раствор которых затем анализировался спектрофотометрически по вышеуказанной методике.

Изучение кинетических закономерностей электроосаждения проводилось в термостатированной ячейке ЯСЛ-2 на универсальном потенциостате-гальваностате IPC-PRO. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный электрод ЭВЛ-1М1. Результаты измерений представлены в статье относительно водородного электрода. Природу поляризации при электроосаждении металлов и сплава определяли с применением вращающегося дискового электрода при снятии

потенциодинамических кривых при различных скоростях развёртки потенциала.

Внешний вид покрытий оценивался невооруженным глазом и с помощью стереоскопического микроскопа МБС-9. Исследование топографии поверхности осаждённого сплава проводили на образцах с толщиной покрытия 10 мкм на атомно-силовом микроскопе с радиусом закругления сканирующей иглы 20 нм и разрешающей способностью 3 нм.

Внутренние напряжения покрытия определяли методом гибкого катода. Износостойкость измеряли на установке, имитирующей работу ламельного электрического контакта. Образец закрепляется на лотке, который совершает возвратно-поступательные движения относительно бронзового наконечника диаметром 1 мм, давящего на образец с силой 2Н. Испытания проводилось в условиях сухого трения.

Результаты и их обсуждение

Составы сплавов и выход по току

Исследованы некоторые технологические закономерности, такие, как зависимость состава сплава и выхода по току от катодной плотности тока, концентрации солей основных металлов в электролите, температуры и рН электролита. На рис. 1 представлены зависимости содержания меди в сплаве от концентрации ионов меди в электролите при различных катодных плотностях тока. Как видно из рисунка, с увеличением концентрации соли меди в электролите растёт доля меди в сплаве во всём интервале плотностей тока. В то же время, при всех концентрациях соли меди в электролите с увеличением катодной плотности тока доля меди в сплаве уменьшается. По-видимому, это связано с большим смещением потенциала медного электрода в сторону отрицательных значений по сравнению со смещением потенциала никелевого электрода в рабочем диапазоне плотностей тока в сульфосалицилатно-аммиачном электролите. Блестящие покрытия сплавом осаждаются при плотности тока 1,5 – 2,5 А/дм². При плотности тока менее 1,0 А/дм² покрытия имеют матовый вид. С увеличением катодной плотности тока свыше 3,0 А/дм² качество внешнего вида покрытия ухудшается, по-видимому, в результате выделения водорода.

Осаждение медноникелевых сплавов из сульфосалицилатно-аммиачного электролита протекает с высоким выходом по току (ВТ), который слабо зависит от концентрации ионов меди в электролите и катодной плотности тока и составляет от 85 до 99%.

Состав сплавов (рис.2), выход по току (рис. 3) и внешний вид покрытий зависят от температуры электролита. Увеличение температуры электроли-

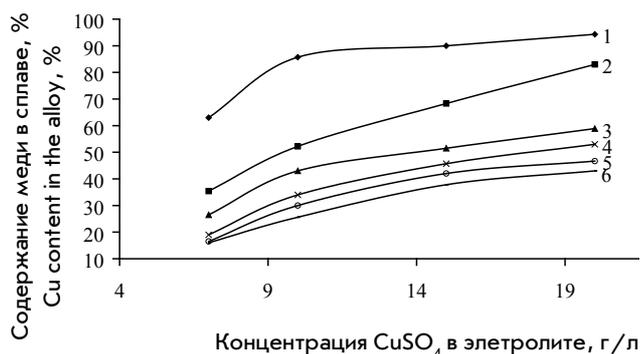


Рис.1. Зависимость содержания меди в сплаве от концентрации меди в электролите при плотностях тока (А/дм²): 1. – 0,5; 2. – 1,0; 3. – 1,5; 4. – 2,0; 5. – 2,5; 6. – 3,0.

Fig.1 Content of Cu in the alloy depend on Cu concentration in the solution at c.d. А/dm²: 1.- 0,5; 2. – 1,0; 3. – 1,5; 4. – 2,0; 5. – 2,5; 6. – 3,0.

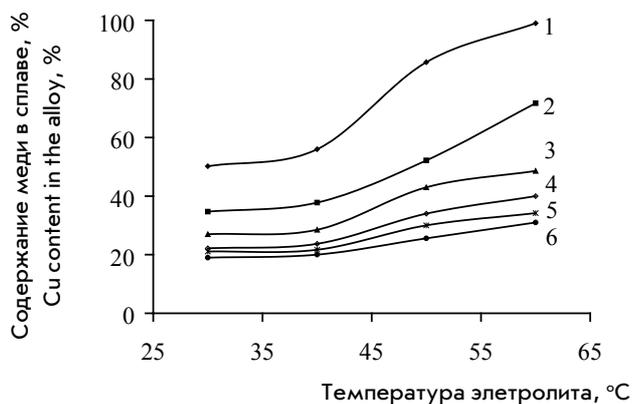


Рис.2. Зависимость содержания меди в сплаве от температуры электролита при плотностях тока (А/дм²):

1. – 0,5; 2 – 1,0; 3 – 1,5; 4 – 2,0; 5 – 2,5; 6 – 3,0.

Fig.2. Content of Cu in the alloy depend on temperature of the solution at c.d. А/dm²: 1.- 0,5; 2. – 1,0; 3. – 1,5; 4. – 2,0; 5. – 2,5; 6. – 3,0

та приводит к увеличению содержания меди в сплаве и увеличению выхода по току во всем интервале плотностей токов. Блестящие глянцевые покрытия осаждаются в интервале температур 40 – 55°С.

Состав сплавов слабо зависит от рН электролита в рабочем диапазоне. Увеличение рН электролита приводит к незначительному увеличению доли меди в сплаве и уменьшению выхода по току (рис.4), что может быть обусловлено образованием более прочных комплексных соединений меди и никеля при высоких рН. Блестящие покрытия сплавом осаждаются при рН 6,5 – 7,5.

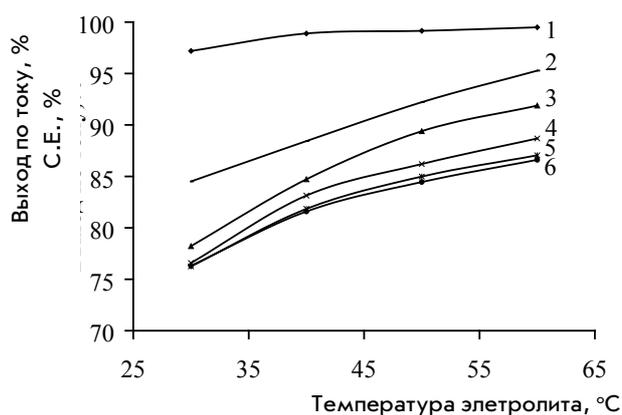


Рис.3. Зависимость выхода по току от температуры электролита при плотностях тока (А/дм²): 1. – 0,5; 2. – 1,0; 3. – 1,5; 4. – 2,0; 5. – 2,5; 6. – 3,0.

Fig.3. С.Е. of the alloy depend on temperature of the solution at c.d. А/dm²: 1.- 0,5; 2. – 1,0; 3. – 1,5; 4. – 2,0; 5. – 2,5; 6. – 3,0

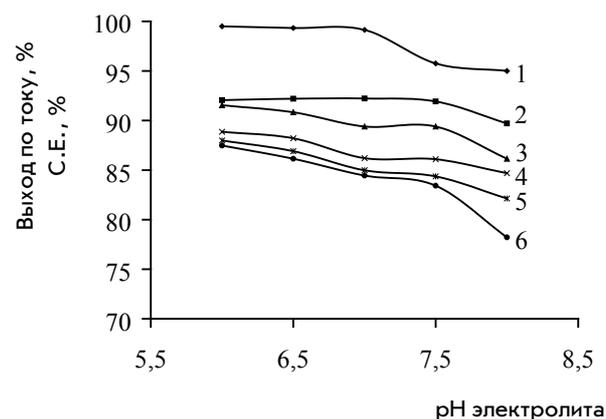


Рис. 4. Зависимость выхода по току от рН электролита при плотностях тока (А/дм²): 1. – 0,5; 2 – 1,0; 3 – 1,5; 4 – 2,0; 5 – 2,5; 6 – 3,0.

Fig.4. С.Е. of the alloy depend on pH of the solution at c.d. А/dm²: 1.- 0,5; 2. – 1,0; 3. – 1,5; 4. – 2,0; 5. – 2,5; 6. – 3,0

Катодные процессы

На рис.5 представлены поляризационные кривые разряда меди, никеля и сплава из сульфосалицилатно-аммиачного электролита.

Анализ приведенных поляризационных кривых выделения меди, никеля и сплава показывает, что наибольшее смещение потенциалов происходит при плотностях тока 0,5–1,0 А/дм². В области низких плотностей тока вследствие высокой парциальной скорости восстановления меди и затруднённости разряда никеля происходит осаждение в сплав преимущественно меди. При плотностях тока выше 3,0 А/дм² выделяется зна-

чительное количество водорода, ухудшающее качество покрытия.

Практическим результатом введения лигандов в электролит является сближение потенциалов осаждения меди и никеля. Как видно из рис. 5, потенциал осаждения меди в области потенциалов $-1140 \div -1250$ мВ за счёт комплексообразования несколько отрицательнее, чем потенциал осаждения никеля. Ход потенциодинамической поляризационной кривой разряда сплава положительнее разряда индивидуальных металлов (рис. 5), что указывает на облегчённость процесса осаждения сплавов медь-никель по сравнению с чистыми металлами.

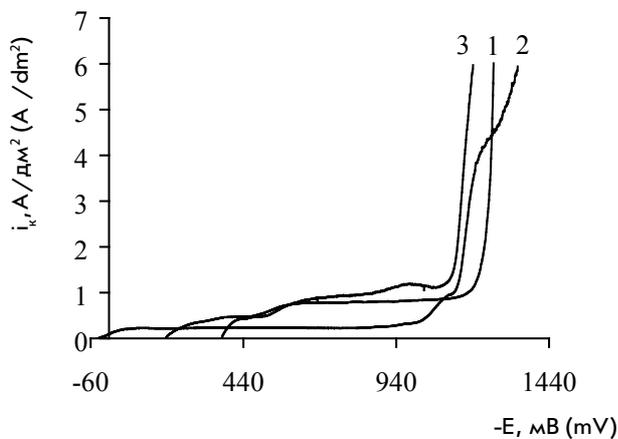


Рис. 5. Потенциодинамические поляризационные кривые выделения меди (1), никеля (2) и сплава (3).

Fig. 5. Potentiodynamic polarization curves for copper (1), nickel (2) and alloy electrodeposition (3)

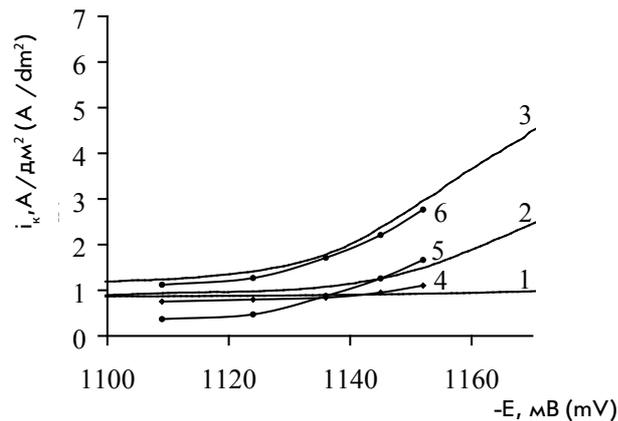


Рис. 6. Потенциодинамические поляризационные кривые выделения меди (1), никеля (2) и сплава (3) (из рисунка 5). Парциальные поляризационные кривые выделения меди (4) и никеля (5) в сплава (6).

Fig. 6. Potentiodynamic polarization curves for copper (1), nickel (2) and alloy electrodeposition (3) (from fig. 5). Partial polarization curves for copper (4), nickel (5) and alloy electrodeposition (6)

Кривые парциальных скоростей выделения меди и никеля в сплав имеют различные скорости роста с изменением потенциала катода (рис. 6). При смещении потенциала катода в отрицательную сторону медь выделяется в сплав с практически постоянной парциальной скоростью, а скорость выделения никеля растёт.

Так как парциальная кривая разряда никеля в сплав растёт с большей скоростью при увеличении катодной плотности тока, то это является причиной изменения состава сплава с преимущественным увеличением содержания в нём никеля.

Парциальные кривые разряда комплексных ионов меди и никеля в сплав (рис. 6) показывают, что до катодного потенциала -1145 мВ комплексные ионы меди разряжаются в сплав с незначительной сверхполяризацией, а комплексные ионы никеля выделяются в сплав с большой сверхполяризацией. Отрицательнее потенциала -1145 мВ комплексные ионы меди и никеля выделяются в сплав с незначительной депольризацией. Вероятно, смена поляризации выделения комплексных ионов меди и никеля в сплав происходит в результате изменения перенапряжения их восстановления в сплав на различных основах. В области низких значений рабочих катодных плотностей токов сплав осаждается на медной основе, с увеличением рабочей катодной плотности тока сплавы осаждаются на никелевой основе.

Для установления природы поляризации при электроосаждении меди, никеля и сплава медь-никель из сульфосалицилатно-аммиачного электролита построены зависимости катодной плотности тока от квадратного корня угловой скорости дискового вращающегося электрода (рис. 7).

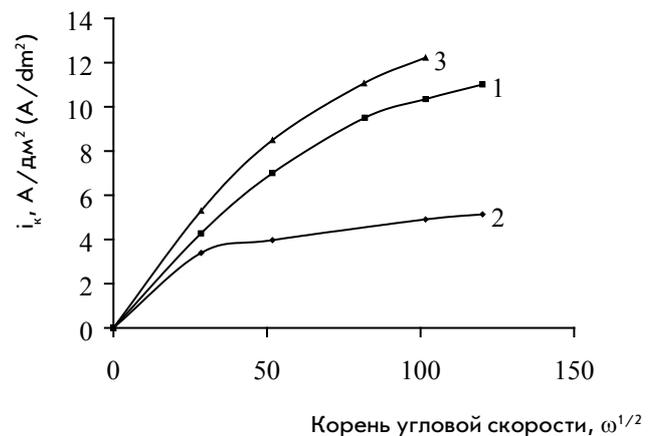


Рис. 7. Зависимости плотности тока осаждения меди, никеля и сплава медь-никель от квадратного корня угловой скорости дискового вращающегося электрода

Fig. 7. C.d. of copper, nickel and alloy plating depend on $\omega^{1/2}$ disk rotating electrode

Как видно из рис. 7, зависимость плотности тока осаждения никеля (2) от квадратного корня угловой скорости параллельна оси абсцисс, что указывает на ограничения на стадии разряда. Аналогичные зависимости для меди (1) и сплава (3) показывают, что разряд протекает со смешанной кинетикой [11].

Морфология осадков сплава

На рис. 8 представлены топография поверхности электроосаждённого медноникелевого сплава (43% Cu) площадью сканирования 685x658 нм (рис. 8А) и профилограмма (рис. 8Б) диагонали поверхности сплава (место сечения указано линией). Данное покрытие было блестящим, мелкокристаллической структуры. Как видно на рис.8А, поверхность сплава сфероидного типа.

Физико-механические свойства сплава

Исследованные методом гибкого катода внутренние напряжения (рис.9) сильно зависят от состава сплава и изменяются от внутренних напряжений сжатия, при содержании меди в сплаве выше 60%, до напряжений растяжения. Однако они остаются сравнительно невысокими и составляют 150 – 200 МПа, что ниже, чем для чистого никеля. Покрытие сплавом медь-никель в области нулевых значений внутренних напряжений имеет блестящий гляцевый вид светлого цвета.

Покрyтия сплавом медь-никель имеют низкие значения переходного электросопротивления

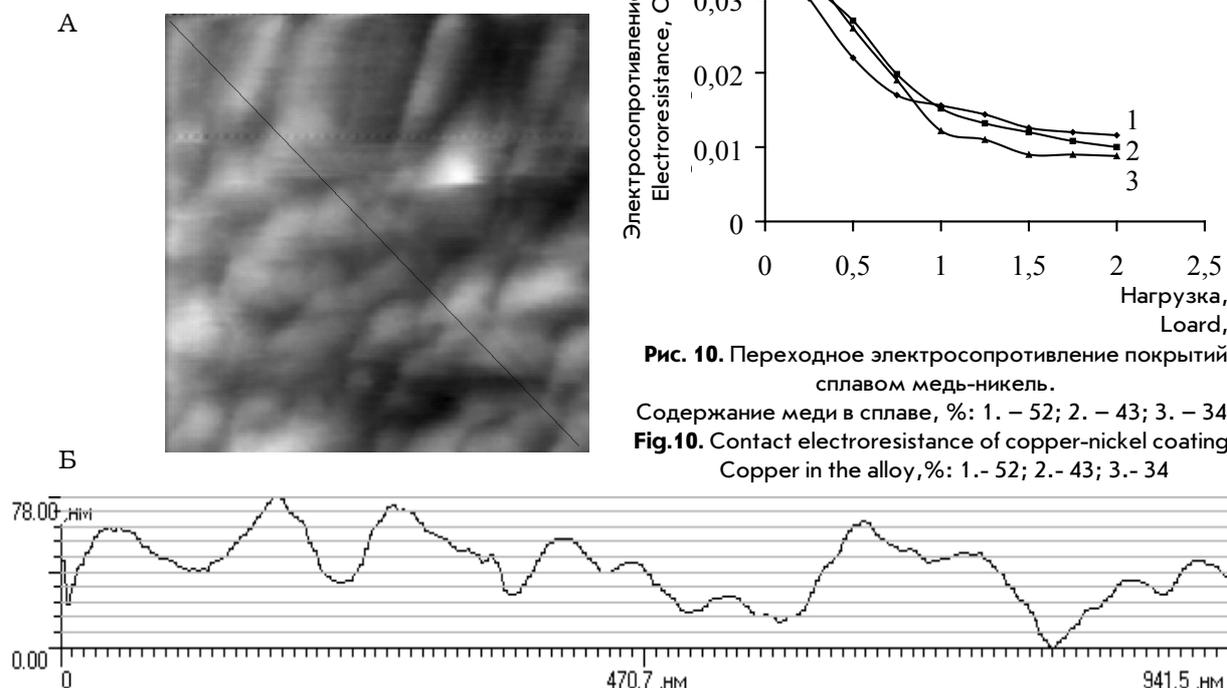


Рис. 8. Морфология (А) и профилограмма (Б) поверхности покрытия сплавом
Fig.8. Morfology (A) and profiling curve (Б) of alloy coating surface

(рис.10), которые колеблются в пределах 0,008 – 0,034 Ом в зависимости от нагрузки на контакт и состава сплава. Рекомендуется применять сплав состава 52 – 34% меди, имеющий блестящий ровный глянец и переходное электросопротивление 0,008 – 0,016 Ом.

На рис. 11 представлены данные износостойкости покрытий медью, сплавов медь-никель и никелем. Износостойкость сплава превышает износостойкость меди, а высоконикелевый сплав по износостойкости превосходит чистый никель.

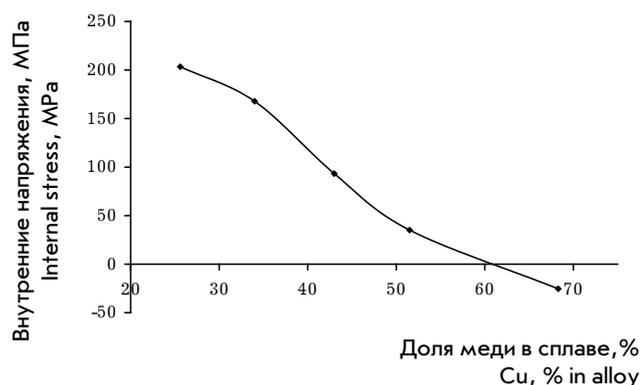


Рис.9. Зависимость внутренних напряжений покрытий сплавом от состава сплава.

Fig.9. Alloy coating internal stress depend on alloy composition

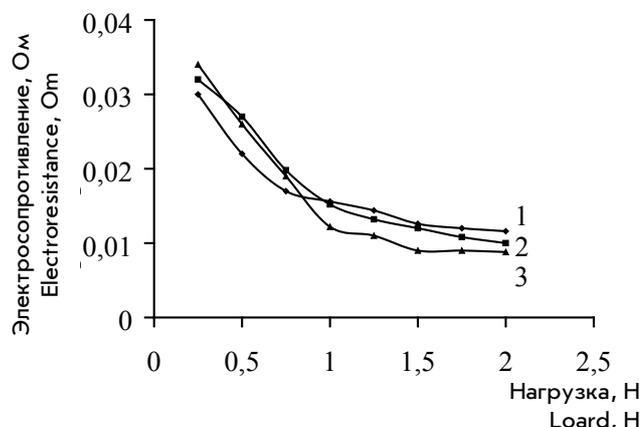


Рис. 10. Переходное электросопротивление покрытий сплавом медь-никель.

Содержание меди в сплаве, %: 1. – 52; 2. – 43; 3. – 34.
Fig.10. Contact electroresistance of copper-nickel coating.
Copper in the alloy, %: 1.- 52; 2.- 43; 3.- 34

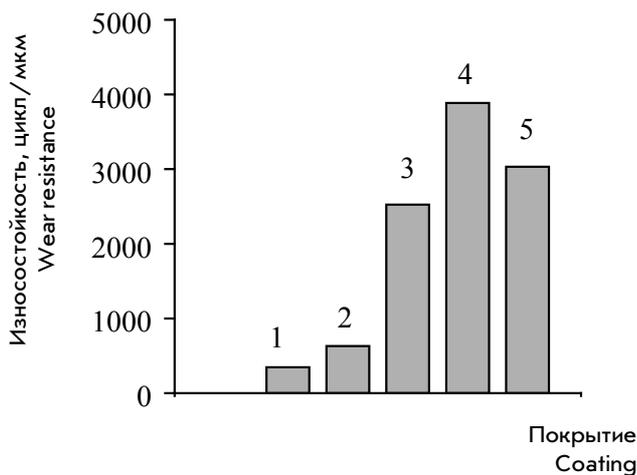


Рис.11. Износостойкость покрытий. Покрытие: 1. – Cu; 2. – 52% Cu; 3. – 43% Cu; 4. – 34% Cu; 5. – 100% Ni.

Fig.11. Coating wear resistance. Coating: 1.- Cu; 2. - 52% Cu; 3. – 43% Cu; 4. – 34% Cu; 5. – Ni

Заключение

Разработанный электролит позволяет осаждать блестящие, износостойкие покрытия с низким значением переходного электросопротивления. Покрытие медноникелевым сплавом можно применять не только в традиционных областях защиты от коррозии, но и для декоративных целей. Низкие и стабильные значения переходного электрического сопротивления и высокие значения износостойкости позволяют использовать покрытие данным сплавом для слаботочных электрических контактов.

Литература

1. Вячеславов П.М. Электролитическое осаждение сплавов. (Б-чка гальванотехника; Вып. 5). – Л.: Машиностроение, Ленинг. Отд. - 1986. – 112 с.
2. Федотьев Н.П., Бибииков Н.Н., Вячеславов П.М., Грилихес С.Я. Электролитические сплавы. М., Машиностроение. - 1962. - 312 с.
3. Ясевич В.И., Карабанов С.М., Локштанова О.Г., Шишкина Л.В. Исследование электроосаждения медно-никелевого покрытия на контакт-детали герконов // Вестник РГР-ТУ. Рязань, -2008. № 3, -С. 64-68.
4. Андреева Г.П., Федотьев Н.П., Вячеславов П. М. Исследование строения и физико-химических свойств электрохимического сплава медь-никель // Журнал прикладной химии.- 1963. -Т. 36. № 9. -С. 1932-1936.
5. Эль-Шейх Ф.М. Эл-Хем М.Т., Минура Х., Монтазер А.А. Электроосаждение и особенности морфологии сплавов на основе меди

// Гальванотехника и обработка поверхности.- 2004.- Т. 12, № 4, -С. 14-23.

6. Бондарь В.В., Гриница В.В., Павлов В.Н. Электроосаждение двойных сплавов. (Итоги науки и техники), -1979.- 16.- 329 с.

7. Коровин Н.В. Новые покрытия и электролиты в гальванотехнике. М., Металургиздат.- 1962. -138с.

8. Патент РФ №96114542/02, 22.07.1996.

Поветкин В.В., Девяткова О.В. Электролит для осаждения сплава медь-никель // Патент России № 2106436. 1998.

9. Харламов В.И., Белоус О.М., Григорян Н.С., Терехова В.В., Ваграмян Т.А. Особенности формирования микрорельефа гальванических сплавов медь-кобальт, медь-никель // Электрохимия. - 1997. - Т. 33, № 1, - С. 85-87.

10. Булатов М.И., Калинин И.П., Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа, изд. 2-е, пер. и доп., -384с.

11. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высш. шк.-1975.-416 с.

Сведения об авторах

Виноградов Станислав Николаевич, профессор, д.т.н., Пензенский государственный университет. Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная-40, E-mail: hms@pnzgu.ru

Севостьянов Николай Владимирович, инженер, E-mail: kolia-phone@mail.ru.

Vinogradov Stanislav Nikolaevich, professor, doctor of technical sciences, Penza State University. Russia, 440026, Penza, Krasnaya-40, E-mail: hms@pnzgu.ru

Sevostyanov Nikolai Vladimirovich, engineer, E-mail: kolia-phone@mail.ru.

УДК 621.357

Получение композиционного никельфторпластового покрытия, обладающего антифрикционными свойствами

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

Ключевые слова: композиционное покрытие, никель, фторопласт, электроосаждение

Разработаны никель-фторопластовые суспензии, содержащие в качестве полимерной фазы сополимер тетрафторэтилена с этиленом. Методом соосаждения никеля с указанной суспензией получены композиционные металл-фторопластовые покрытия. Измерено содержание полимерной фазы в матрице покрытия и в верхнем слое. Показано значительное снижение коэффициента трения полученных покрытий по сравнению с чистым никелем.

Electrodeposition of Nickel-Teflon Composite Coatings with antifriction Properties

Klemenkova V.S., Soboleva E.S., Koshel S.G.

Key words: composite coating, nickel, teflon, electrodeposition

The problems of friction and wear, as well as of metal corrosion, are the crucial factors responsible for reliability and operating life of equipment. The production of electrochemical metal-teflon composite coatings is one of the methods for solving this problem. In the present paper the authors describe the preparation of aggregatively stable nickel-teflon suspension on the basis of a conventional nickel bath containing dispersed teflon powder – a copolymer of tetrafluoroethylene with ethylene – in the presence of cationic surface active substance (CSAS). For this purpose the distribution of CSAS added to the solution between the adsorbed and contained CSAS in

the solution was studied (Fig. 1). The authors have prepared a bath from which high-quality nickel composite coatings containing different amounts of polymer phase were obtained by the electrodeposition at different current densities over the range 0.5 to 2.0 A/dm² (Fig. 2, 3). It was shown that the content of the polymer in the coating increases with increasing current density and at 2 A/dm² reaches maximum value – 80% by volume in the metal matrix. The test specimens were tested for friction and wear resistance. The data were presented showing significant reduction of friction coefficient of the coatings as compared with the pure nickel coatings.

Введение

Проблемы трения и износа как и коррозии металлов, являются важнейшими факторами, определяющими надёжность и долговечность машин и механизмов. Известно, что до 80 % отказов в работе машин и механизмов происходит в результате износа деталей в узлах трения. Однако, несмотря на значительный прогресс, который достигнут в науке о трении и износе – трибологии, многие вопросы, связанные с повышением изно-

состоятельности и уменьшением потерь на трение, остаются нерешёнными [1].

В последнее время для решения этих проблем все более широкое применение находят металлфторопластовые покрытия, сочетающие в себе свойства как металлов, так и полимеров [2].

Наиболее широкое применение нашёл метод получения металлполимерных покрытий путем соосаждения металлов и полимеров. Взаимодействие выделяющихся металлов и частиц

полимеров осуществляется непосредственно на электроде. Получение таких покрытий включает в себя следующие основные стадии: приготовление заряженных дисперсий полимеров в растворе электролита, совместное электроосаждение металла и полимера и образование металлполимерного осадка на катоде, формирование металлполимерного покрытия при нагревании [3].

В настоящей работе рассмотрено получение композиционных металлполимерных гальванических покрытий из электролита никелирования типа Уоттса [4] с диспергированным в нем фторопластовым порошком (сополимер тетрафторэтилена с этиленом марки Ф-40 с размером частиц 0,1 – 20 мкм) в присутствии катионного поверхностно-активного вещества (КПАВ) (гидрохлорид N1-[3-(2-гидроксиэтиленамино)пропил]-1,1,2,2-тетрафторо-2-[1,1,2,2,3,3-гексафторо-3-(1,1,2,2,2 пентафтороэтокси)прокси]-1-этансульфамид) Выбор данного типа обоснован свойствами фторированных КПАВ [5].

Методика эксперимента

Адсорбцию КПАВ на порошке фторопласта Ф-40 в электролите никелирования изучали методом отрыва кольца [6] с использованием торсионных весов типа WT с построением калибровочного графика в координатах: концентрация свободного ПАВ – сила отрыва кольца.

Никельфторопластовые покрытия наносили на пластины из нержавеющей стали при плотностях тока от 0,5 до 2А/дм² и перемешивании из электролита состава (г/л): NiSO₄·7H₂O 250–300; NiCl₂·6H₂O 5–35, H₃BO₃ 25–35, Ф-40 – 100, рН 4,5–5; t 20–25°С. Фторопластовый порошок марки Ф-40 был диспергирован в электролите в присутствии КПАВ. Подготовка поверхности пластин заключалась в обезжиривании в щелочном растворе и активировании с одновременным осаждением никеля в электролите (г/л): NiCl₂·6H₂O 200–250; HCl (1,19) 70–85 мл/л. После нанесения композиционного покрытия образцы промывали водой в течение 10 мин и проводили их термообработку при температуре 300°С ± 10°С в течение 30 мин. Качество покрытия оценивали визуально и с помощью металлографического микроскопа МИМ-7. Качество покрытия считали удовлетворительным, если оно было компактное, гладкое с равномерным включением фторопласта по всему объему, равномерное по цвету, без темных полос и пятен, не имело микротрещин. Адгезию покрытий к основе проверяли по ГОСТ 9.305–84 методом изгиба.

Состав композиционного никельфторопластового покрытия определяли на основе фотоколориметрического анализа никеля, а содержание фторопласта – по разности навески. Для фотоко-

лориметрического анализа использовался фотоэлектрический концентрационный колориметр КФК – 2МП [7].

Массу фторопласта ($m_{фм}$) в навеске матрицы ($m_{нокр}$) определяли по разности масс матрицы и содержащегося в ней металла ($m_{Ме}$):

$$m_{фм} = m_{нокр} - m_{Ме}$$

Объемное процентное содержание фторопласта в матрице покрытия ($V_{об}$) определяли исходя из следующего выражения:

$$V_{об} = (m_{фм} \cdot \rho_{Ме}) / (m_{фм} \cdot \rho_{Ме} + m_{Ме} \cdot \rho_{фм})$$

где: $\rho_{Ме}$ – плотность металла, г/см³; $\rho_{фм}$ – плотность фторопласта, г/см³.

Для определения количества фторопласта в верхнем слое покрытия взвешивали полученное композиционное покрытие с верхним слоем и без него, по разнице масс определяли массу верхнего слоя.

Испытания покрытий на антифрикционные свойства проводились на машине трения. Образец с покрытием толщиной 48 мкм был прочно закреплен между двумя валами из стали 95Х18, закаленной до твердости 60 ед. по Роквеллу, и подвешен на пружину. Угловая скорость вращения вала во время испытаний не менялась и была равна 2400 об/мин, окружная скорость 6 м/с. Испытания производились при постоянной силе притяжения образцов к валу в условиях «сухой смазки». Ширина образца 25 мм, сила притяжения 500 г. Коэффициент трения рассчитывали по формуле:

$$f_{тр} = F_{тр} / P$$

где $F_{тр}$ – сила трения, г; P – усилие прижатия, г.

Результаты исследований и их обсуждение

Основной проблемой при получении качественных металлфторопластовых покрытий является создание агрегативно-устойчивых суспензий с явно выраженными тиксотропными свойствами в концентрированных электролитах.

В результате изучения адсорбции КПАВ на порошке фторопласта Ф-40 в никелевом электролите Уоттса были определены пределы вводимого ПАВ для получения агрегативноустойчивых суспензий. Определяли соотношение между количеством адсорбированного на частицах фторопласта и находящегося в свободном состоянии в электролите-суспензии в зависимости от концентрации введённого ПАВ. Это соотношение было экспериментально подобрано таким образом, избыток

свободного ПАВ, который приводит к получению недоброкачественных покрытий, их растрескиванию и охрупчиванию, а также чтобы исключить недостаток ПАВ, который приводит к неполному смачиванию гидрофобных частиц порошка фторопласта, и, следовательно, к коагуляции электролита-суспензии.

На основе анализа полученных данных (рис.1) были приготовлены электролиты-суспензии никелирования с концентрацией КПАВ (ммоль/дм³) от 6,18 до 6,55. После электролиза покрытие состояло из металлической (никелевой) матрицы, в которой равномерно распределена полимерная фаза. После термообработки покрытие представляло собой двухслойную структуру из матрицы и верхнего полимерного слоя в виде сплошной пленки (температура плавления 280 - 300°C).

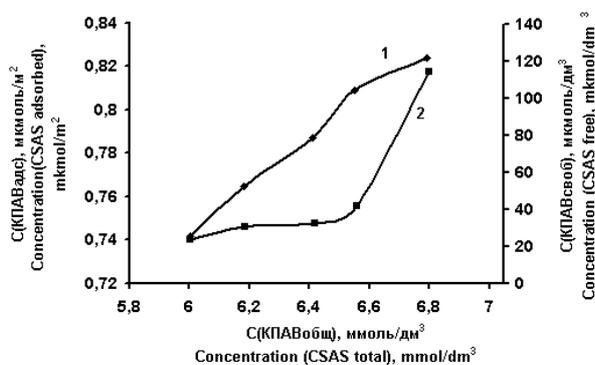


Рис.1. Адсорбция КПАВ на фторопластовом порошке Ф-40 в никелевом электролите: 1. – количество адсорбированного КПАВ; 2. – количество КПАВ, находящегося в свободном состоянии.

Fig.1. Cation surface active substance (CSAS) adsorption on fluoroplastic powder F-40 in nickel electrolyte: 1. – the amount of adsorbed CSAS; 2. – the amount of free state CAS

Одной из важных характеристик металлфторопластового покрытия, позволяющей судить о его составе, является количество включенного в осадок фторопласта, которое выражается через объемную долю в процентах. Под объемной долей понимается величина, выраженная через отношение объема Ф-40, включенного в матрицу, к общему объему матрицы композита. Данные о содержании полимерной составляющей в матрице покрытия и в верхнем слое представлены на рис. 2 и рис.3.

Из рис.2 и рис.3 видно, что во всех случаях с увеличением плотности тока наблюдается увеличение содержания фторопласта как в металлической матрице покрытия, так и в верхнем слое. Это, по-видимому, связано с увеличением элект-

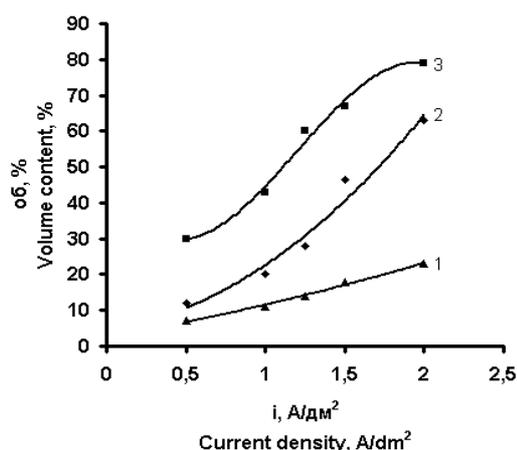


Рис.2. Зависимость объемного содержания фторопласта в матрице покрытия от плотности тока и общей концентрации КПАВ в электролите-суспензии (ммоль/дм³): 1. – 6,18; 2. – 6,36; 3. – 6,55

Fig.2. Dependence of volume fluoroplastic content in coating matrix on current density and whole concentration of CSAS in electrolyte-suspension (mmol/dm³): 1. – 6,18; 2. – 6,36; 3. – 6,55

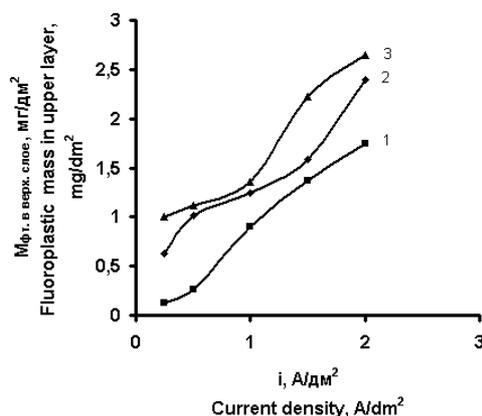


Рис.3. Зависимость удельной массы фторопласта в верхнем слое покрытия от плотности тока и общей концентрации КПАВ в электролите-суспензии (ммоль/дм³): 1. – 6,18; 2. – 6,36; 3. – 6,55.

Fig.3. Dependence of fluoroplastic specific mass in upper layer of the coating on current density and summary concentration of CSAS in electrolyte-suspension (mmol/dm³): 1. – 6,18; 2. – 6,36; 3. – 6,55

рофоретической подвижности частиц фторопласта, что иллюстрирует рис.4.

При концентрации КПАВ 6,55 ммоль/дм³ содержание фторопласта в покрытии увеличивается за счет возрастания заряда частиц, что связано с увеличением степени заполнения поверхности катионами ПАВ[3].

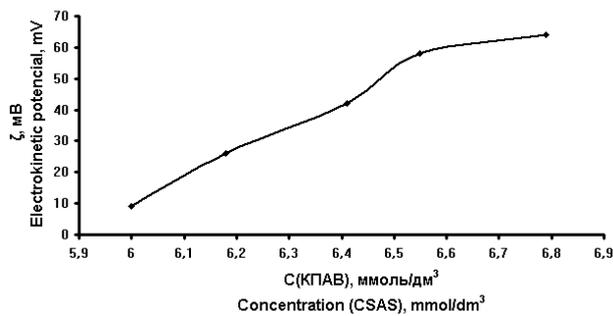


Рис.4. Зависимость электрокинетического потенциала частиц фторопласта Ф-40 от концентрации КПАВ в водной суспензии.

Fig.4. Dependence of electrokinetic potential F-40 parts on concentration of CSAS in water suspension

Были получены образцы никельфторопластовых покрытий различной толщины для сравнительной оценки износостойкости пар трения: сталь – композиционное никельфторопластовое покрытие. У гальванического никелевого покрытия коэффициент трения составлял 0,68. Введение в покрытие фторопласта позволило уменьшить коэффициент трения почти в 3,5 раза, его значение составило 0,15 – 0,2. Таким образом, разработанное композиционное покрытие можно рекомендовать к применению в качестве антифрикционного.

Список литературы:

- 1 Кукоз, Ф.И. Трибоэлектрохимия – междисциплинарная научная межотраслевая технико-технологическая область знаний и практики // Изв. Вузов. Сев.- Кавк. Регион. Технические науки. 2005. Спец.выпуск.
- 2 Сайфулин, Р. С. Композиционные покрытия и материалы – М. : Химия, 1977. – 270 с.
- 3 Дейнега, Ю. Ф., З. Р. Ульберг Электрофоретические композиционные покрытия.– М.: Химия, 1989. – 240 с.

4 Вячеславов П. М., Н. М. Шмелева Контроль электролитов и покрытий. – Л.: Машиностроение, 1985. – 96 с.

5 Поверхностно-активные вещества: Справочник / под ред. А. А. Абрамзон. – Л.: Химия, 1979. – 376 с.

6 Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии. – М. : Химия, 1975. – 512с.

7 Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.

Сведения об авторах

Клеменкова Вера Сергеевна, аспирант, Ярославский государственный технический университет. 150023, Ярославль, Московский проспект, 88, Тел. 8-4852-44-08-10, vsklemenkova@mail.ru

Соболева Елена Савватеевна, доцент, кандидат технических наук. es.soboleva@mail.ru

Кошель Сергей Георгиевич, доктор химических наук, заведующий кафедрой. Кафедра Общая химическая технология и электрохимические производства. koshelsg@ystu.ru

Klemenkova Vera Sergeevna, post graduated student. Yaroslavl State Technical University.150023 Yaroslavl, Moscow avenue, 88, Тел. 8-4852-44-08-10, vsklemenkova@mail.ru

Soboleva Elena Savvateevna, Assoc. prof., PhD. es.soboleva@mail.ru

KoshelSergeyGeorgievich, doctor of chemical science. Head of the department. Department Chemical Technology and electrochemical engineering, koshelsg@ystu.ru

«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

Проблемы с качеством покрытий?

Проблемы с обработкой стоков?

Проблемы с очисткой?

Обратитесь
в КОМПАНИЮ

SERFILCO!

Вертикальные насосы

Погружные системы фильтрации

Компактные системы фильтрации

Угольные и ионнообменные системы очистки

Насосы с магнитной муфтой

Насосы с прямым приводом

Многокартриджные системы фильтрации

Системы фильтрации

Самовсасывающие насосы

Портативные системы фильтрации

Дозирующие насосы

Гравитационные системы фильтрации

Насосы для бочек

Системы фильтрации с постоянной фильтрующей средой

Закажите полный каталог оборудования SERFILCO



SERFILCO® INTERNATIONAL Ltd.

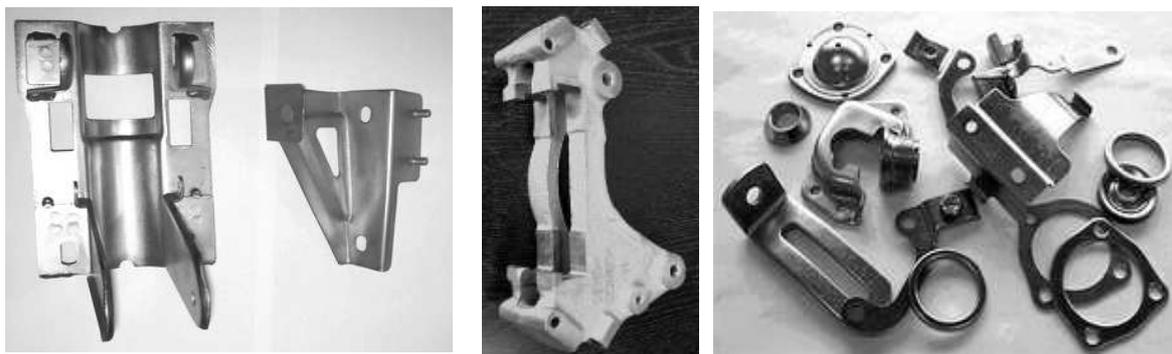
Broadoak Industrial Park, Ashburton Road West, Trafford Park
Manchester M17 1RW England
Тел./факс: (495)968-10-49, (499)259-24-55,
E-Mail: info@serfilco.ru, www.serfilco-international.ru

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

УДК 621.35, :504

Опыт применения погружных электрохимических модулей для утилизации отработанных растворов химического никелирования

Кругликов С.С., Черник А.А.

Ключевые слова: погружной электрохимический модуль, химическое никелирование, утилизация отработанных растворов

Краткое изложение результатов промышленного процесса утилизации отработанного раствора химического никелирования с применением двухкамерных погружных электрохимических модулей. В качестве анода использовался свинец, катода – стальная пластинка, покрытая никелем. Концентрация ионов никеля в ходе утилизации снизилась с 7 г/л до 0,3 г/л.

Industrial Experience: Electrochemical Utilization of Spent Electroless Nickel Plating Solutions

Kruglikov S.S., Chernik A.A.

Key words: immersed electrochemical module, electroless nickel plating, utilization of spent solutions

Two-chamber immersed electrochemical module has been used for the utilization of spent electroless nickel plating solutions. Lead anodes are used instead of platinized titanium or stainless steel, since both materials turned to be unstable. Nickel-plated steel is used as the cathode. The utilization process takes at least one week of continuous electrolysis. The concentration of nickel ions in spent solution was reduced from 7 g/l to 0.3 g/l. The anolyte (sulfuric acid 150 g/l) is replaced once a month.

Утилизация отработанных растворов химического никелирования электрохимическим методом позволяет многократно снизить вынос ионов никеля в сточные воды и извлечь практически весь никель в виде металла, осажденного на катоде. На кафедре ТЭП РХТУ им. Д.И.Менделеева были разработаны два варианта этого процесса с использованием мембранного электролизера. Утилизируемый раствор находился в катодной камере, анодная камера содержала раствор серной кислоты, а в качестве нерастворимого анода использовали платинированный титан или нержавеющей сталь. Оба варианта процесса были осуществлены в промышленных масштабах, однако в ходе их

эксплуатации выяснилось, что оба анодных материала недостаточно устойчивы. Из-за неидеальной селективности катионитовой мембраны, разделявшей катодную и анодную камеры, в анолите постепенно накапливались анионы, вызывающие растворение нержавеющей стали и вторичное загрязнение утилизируемого раствора, а также никелевого осадка компонентами нержавеющей стали ввиду их соосаждения с никелем. Платинированный анод обнаружил повышенную скорость износа покрытия, по-видимому, из-за накопления в анолите фосфорсодержащих анионов. Учитывая высокую стоимость таких анодов, их дальнейшее использование сочли нецелесообразным.

С целью устранения указанных недостатков был разработан новый вариант процесса утилизации отработанных растворов химического никелирования, в котором используется свинцовый анод в сочетании с трехкамерным электролизером. В трехкамерном электролизере имеются две катионитовые мембраны, одна из которых отделяет католит – утилизируемый раствор – от промежуточной (средней) камеры, содержащей раствор серной кислоты. Вторая катионитовая мембрана отделяет промежуточную камеру от анодной, которая, как и промежуточная, содержит раствор серной кислоты. Анионы органических кислот, миграция которых в анолит могла бы вызвать разрушение свинцового анода, из-за уже отмеченной выше неидеальной селективности мембраны в небольшом количестве переходят из утилизируемого раствора в промежуточную камеру. Там в сернокислой среде они образуют недиссоциированные молекулы и благодаря этому их дальнейшая миграция в направлении второй мембраны и через нее – в анолит прекращается.

Описанный прием, разумеется, не может полностью исключить поступление органических кислот в анолит. Поэтому раствор серной кислоты в промежуточной и анодной камерах приходится периодически заменять свежим. Сигналом о необходимости такой замены является повышенное шламообразование в анодной камере.

Для реализации в промышленных условиях предложена установка, состоящая из емкости, вмещающей двухнедельный – месячный объем отработанного раствора, в которой размещается один или несколько катодов (титан, нержавеющая или никелированная сталь) и необходимое число двухкамерных погружных модулей с катионитовыми мембранами. Модули навешивают с обеих сторон каждого катода, что обеспечивает равномерное распределение тока на его поверхности.

Разработанный процесс успешно эксплуатируется в гальваническом цехе НПО «Система» (г. Минск), где работают две установки утилизации: № 1 – с двумя анодными модулями и объемом отработанного раствора 100 л и № 2 – с одним анодным модулем и объемом раствора 80 л. Анодные модули содержали раствор серной кислоты (150 г/л), который ежемесячно заменяли свежим. Катод – никелированная пластина из нержавеющей стали 700 x 180 мм, расположенная рядом с мембраной. На предприятии используется электролит химического никелирования следующего состава: никель сернокислый 25 г/л, натрий фосфорноватистокислый 20 г/л, кислота молочная (80%) 25 мл/л, кислота борная 15 г/, тиомочевина 1 мг/л, аммиак водный до pH 4,75. Этот электролит допускает возможность несколь-

ких корректировок. Во время электролиза рекомендуемое значение pH 4,5 – 5,0 поддерживают, периодически добавляя в раствор 20%-ный раствор едкого натра. Сила тока в расчете на один ПЭМ – 20 А. Перед началом электролиза раствор нагревают до 45 °С; в дальнейшем эта температура поддерживается без дополнительного нагрева за счет выделения джоулева тепла. Электролиз ведут в круглосуточном режиме с перерывами на выходные дни, во время которых электроды удаляют из ванны. На установке № 1 процесс утилизации отработанного раствора заканчивался через 8 суток, а на установке № 2 – через месяц. В ходе утилизации концентрация ионов никеля снизилась с 7 г/л до 0,3 г/л.

Внедренный процесс позволил полностью устранить недостатки, присущие технологии, использованной ранее – повышенный расход платины при использовании платинированных анодов и вторичное загрязнение утилизируемого раствора в сочетании с необходимостью частой замены анодов при использовании анодов из нержавеющей стали.

Перспективное направление дальнейшего совершенствования процесса – оптимизация электрического режима с целью снижения энергозатрат – путем перехода от применяемого в настоящее время гальваностатического режима к непрерывному или ступенчатому регулированию силы тока (его снижения) в соответствии со снижением концентрации ионов никеля в утилизируемом растворе.

Сведения об авторах

Кругликов Сергей Сергеевич, профессор, д.х.н., кафедра ТЭП, РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д.9, тел. 8-916-616-96-99, e-mail: Skruglokov@mail.ru.

Dr.Sergei S.Kruglikov, Professor, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, 125047, Moscow, Miusskaya sq., 9; tel. 8-916-616-96-99, e-mail: Skruglokov@mail.ru

Черник Александр Александрович, инженер-технолог НПО «Система», Республика Беларусь, г. Минск, 220123, ул. В. Хоружей, 22, оф. 37; тел. 8-10-375-17-2831661; e-mail: system@iptel.by

Chernik A.A., engineer "System" Company, Resp. Belarus, Minsk, 220123, V.Khoryzhei str., tel. 8-10-375-17-2831661; e-mail: system@iptel.by



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: bmb@sonis-co.ru

С помощью поставляемых нами блескообразующих добавок и других специальных химических композиций и составов для процессов:

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

уже сотни предприятий России, Беларуси и Украины смогли поднять качество своих гальванопокрытий до уровня мировых стандартов – фактически, не увеличив при этом затраты на их нанесение!

***“Мы помогаем цеховым технологам находить оптимальные решения!
Качеству – ДА! Неполодам – НЕТ!”***



Байзульдин Булат Мукаевич
Доцент, канд. наук
Генеральный директор
ООО «СОНИС»



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
ЁМКОСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛЮБЫХ ТИПОРАЗМЕРОВ
СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ТЗ ЗАКАЗЧИКА
ПОЛИМЕРНЫЕ ЛИСТЫ И ТРУБЫ

Наш адрес:
392462, Тамбовская обл., г. Уварово,
ул. Большая Садовая, 29
Тел./факс: (47558) 4-67-17, 4-88-98

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



Вопрос. Господа специалисты. Мне попался журнал Мир гальваники, в котором есть статья о трёхвалентном хромировании. Мне это хромирование очень интересно, но я там многого не понял, хотя когда-то учился электрохимии. Пожалуйста объясните. Перепечатаваю непонятные места.

1. Повышение температуры ускорит процесс осаждения за счет сокращения кроющей способности.

2. Слабое перемешивание снижает кроющую способность электролита и скорость осаждения покрытия.

3. **pH.** pH влияет как на скорость осаждения, так и плотность тока. При пониженном уровне pH повышается скорость осаждения, однако снижается плотность тока. И, наоборот, повышение уровня pH приводит к замедлению процесса осаждения, одновременно повышая плотность тока.

4. Повышение плотности тока не всегда приводит к увеличению толщины покрытия, поскольку катодный выход по току понижается при повышении плотности. Несмотря на то, что этот шаг, несомненно, положительно скажется на равномерности получаемого слоя, большее влияние на толщину слоя окажет скорее время обработки, а не плотность тока.

5. В большинстве случаев хром осаждают со скоростью около 4–5 миллионных дюйма в минуту (0,10–0,125 микрон в минуту) в независимости от плотности тока. Рекомендуемая плотность катодного тока – от 8,1 А/дм² и выше.

Ответ. Сначала три общих соображения.

1. Судя по тексту, мы имеем безграмотный перевод (с точки зрения практических основ гальванотехники) иностранного текста, написанного не очень грамотным (в этой области) автором. Маловероятно, чтобы кто-то из российских авторов мог написать такое.

2. По-видимому, автор статьи (или переводчик) путает понятия «*кроющая способность*» и «*рассеивающая способность*». Наиболее вероятно, что в данном случае речь идёт о рассеивающей способности (РС) электролита.

3. Ток мы включаем (задаём). Следовательно, ток (плотность тока) – это независимая переменная. Поэтому **никакие изменения условий электроосаждения или изменение pH электролита не могут изменить плотность тока (повлиять на неё)**. Скорость осаждения – это часть тока (плотность тока), которая идет на протекание основной реакции, т.е. реакции осаждения металла. Согласно

но 1-му закону Фарадея количество осаждаемого металла m пропорционально току (плотности тока i), времени процесса осаждения τ и выходу металла по току **ВТ**: $m = i * \tau * \text{ВТ} * k$, где k – коэффициент. Время, как и ток, независимая переменная, время мы также задаём. Отсюда видно, что когда мы говорим о скорости электроосаждения металла, то всегда должны учитывать не только величину тока, но и величину выхода по току. Следовательно, на скорость осаждения металла может повлиять всё, что повлияет на ВТ.

Рассмотрим с этих позиций приведенные выше выдержки. Оговоримся, что приведенные фразы из статьи нам тоже не понятны. Тем не менее, предполагая, что автор какой-то смысл в них вкладывал, попытаемся понять, что **мог** иметь в виду автор (при условии, что мы правильно его поняли).

1. *Повышение температуры ускорит процесс осаждения за счет сокращения кроющей способности.*

Повышение температуры электролита само по себе не может изменить ток (плотность тока). Но, при повышении температуры выход по току может увеличиться, а, следовательно, может увеличиться и скорость электроосаждения. При повышении температуры РС может уменьшиться, увеличиться или не измениться, но не «сократиться» (зависит от того, как при этом изменится электропроводимость электролита). Однако никакой функциональной связи между ВТ и РС **не существует**. Поэтому слова «за счёт» следует отнести к неграмотности автора (и переводчика).

2. *Слабое перемешивание снижает кроющую способность электролита и скорость осаждения покрытия.*

Перемешивание и нагрев электролита оказывают одинаковое влияние на ВТ и РС: увеличивают выход по току, но снижают рассеивающую способность. Следовательно, второе утверждение неизвестного автора, во-первых, ошибочно, а во-вторых, противоречит утверждению, приведенному в первой цитате.

3. *pH влияет как на скорость осаждения, так и плотность тока. При пониженном уровне pH повышается скорость осаждения, однако снижается плотность тока. И, наоборот, повышение уровня pH приводит к замедлению процесса осаждения, одновременно повышая плотность тока. Рекомендуется поддерживать pH на уровне 2,5–3,5.*

Первую фразу не комментируем (см. выше).

2-ая фраза. При понижении pH можно использовать более высокую плотность тока и, не-

смотря на то, что ВТ при этом снижается, тем не менее, возможно, что в целом скорость осаждения (произведение $i \cdot \text{ВТ}$) увеличится. Что означает часть фразы «однако снижается плотность тока» понять не удаётся.

3-я фраза. При повышении рН электролита верхний интервал допустимой плотности тока обычно снижается, а более низкая плотность тока означает более низкую скорость осаждения. Но, что означает часть фразы «одновременно повышая плотность тока» понять невозможно.

4. *Повышение плотности тока не всегда приводит к увеличению толщины покрытия, поскольку катодный выход по току понижается при повышении плотности. Несмотря на то, что этот шаг, несомненно, положительно скажется на равномерности получаемого слоя, большее влияние на толщину слоя окажет скорее время обработки, а не плотность тока.*

Расшифруем 1-ую фразу. Во многих электролитах при электроосаждении металлов ВТ уменьшается с увеличением плотности тока. В электролитах, где реализуется такая зависимость, РС по металлу лучше, чем РС по току. Повидимому, в предложенном в статье электролите хромирования наблюдается именно эта зависимость. Вместе с тем, утверждения, приведенные в процитированных фразах, некорректны, по-

скольку из них можно понять, что «Повышение плотности тока... положительно скажется на равномерности получаемого слоя». Последнее неверно, т.к. повышение плотности тока приводит к ухудшению РС электролита по току.

5. *В большинстве случаев хром осаждают со скоростью около 4-5 миллионных дюйма в минуту (0,10-0,125 микрон в минуту) в независимости от плотности тока.*

Это вполне возможно, если реализуется указанная выше закономерность: «ВТ уменьшается с увеличением плотности тока». Тогда, в соответствии с приведенным выше уравнением 1-го закона Фарадея при увеличении плотности тока и уменьшении выхода по току количество осаждённого металла в единицу времени может быть неизменным.

Кудрявцев Владимир Николаевич, заведующий кафедрой, д.х.н., профессор, РХТУ им.Д.И.Менделеева, Москва, 125047, Миусская пл., д.9. тел.: (499) 978-5990; e-mail: gtech@muctr.ru

Kudryavtsev Vladimir N., professor, Doctor of Chemical Science, Head of Dept., Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, 125047, Miusskaya sq., 9, tel. (499) 978-5990; e-mail: gtech@muctr.ru



Наше предприятие образовано в 1991 году на базе ФГУП «Специальный научно-исследовательский институт материалов» (СНИИМ), имеющее многолетний производственный опыт в области электрохимической обработки и хромирования, базировавшимся на разработках оборонного значения.

Мы предлагаем:

- разработку и изготовление нестандартного гальванического оборудования для нанесения хромовых покрытий на внутренние и наружные поверхности изделий;
- оборудования для хромирования методом гальваникокатодного и возможности получения закрытых покрытий, в т.ч. толщиной более 500 мкм;
- оборудования для централизованного хромирования изделий сложной геометрии;
- оборудования для твердого износостойкого хромирования вальцов и обработки различных прокатных стальных;
- оборудование для электрохимической обработки в проток электролита, в т.ч. формирование полусферической поверхности канале труб;
- протекание, зап.-монтаж, обработку технологии хромирования, ЭКО, запуск оборудования в промышленную эксплуатацию;
- Хромирование крупногабаритных тел вращения (L до 21000 мм, ϕ до 2300 мм) на производственной базе ФГУП СНИИМ.

Более подробную информацию Вы можете получить:

- на нашем сайте www.galvanochrome.ru
- по электронной почте info@galvanochrome.ru
- по телефонам: +7 (812) 376-93-82; +7 (812) 320-03-63

Научно-производственное предприятие «СЭМ.М»

**Основным видом деятельности НПП «СЭМ.М» является
обеспечение надежной и высококачественной работы
гальванических производств**

в рамках решения этой задачи

НПП «СЭМ.М» осуществляет:

- Разработку и внедрение в промышленности электрохимических технологий, отвечающих современным техническим и экологическим требованиям
- Производство блескообразующих добавок и композиций **ЦКН** для гальванических процессов:
 - обезжиривание химическое и электрохимическое
 - травление
 - цинкование
 - хроматирование радужное, бесцветное, с голубым оттенком
 - хроматирование на основе соединений хрома (III)
 - никелирование
 - хромирование
 - оловянирование и сплавы олова
 - меднение
 - холодное чернение сталей
- Сервисное сопровождение внедряемых процессов

ЦКН® - зарегистрированный товарный знак НПП «СЭМ.М»
(Рег.свид. № 178933)

Надежность и качество нашей продукции обеспечили ей широкую известность — потребителями нашей продукции являются многие предприятия различных регионов России и Белоруссии

**НПП «СЭМ.М» — это стабильное качество,
разумная ценовая политика,
квалифицированные консультации.**

Мы поможем сделать Вашу гальванику лучше!

Контактная информация:

**Т/факс (499)978-6195, 978-5651
<http://bestgalvanik.ru>
E-mail: semm@online.ru**

**ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЛИНИИ и
УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ СТОКОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ-
проектирование, изготовление и монтаж "под ключ"**

В течение последних 30 лет фирма ASMEGA S.p.A, один из ведущих европейских производителей гальванического оборудования поставляет следующие виды продукции:

Гальванические линии:

- ручные и полуавтоматические линии,
- автоматические барабанные линии,
- автоматические линии подвешного типа,
- установки карусельного типа (простые, двоянные или строенные линии),
- автоматические линии для обработки печатных плат,
- автоматические линии для металлизации и гальванической обработки пластмасс,
- специальные линии для аэрокосмической промышленности,
- линии для твердого хромирования и твердого анодирования алюминия,
- высокопроизводительные барабанные линии PLATEXPRESS для хромирования, никелирования, цинкования, меднения, нанесения покрытий из благородных металлов, нанесения покрытий из благородных металлов, нанесения многослойный металлических покрытий на металлы, в т.ч. и титан, и пластмассы, для анодирования изделий из алюминия

Линии и установки для обезжиривания и очистки деталей перед последующей технологической обработкой:

- сваркой, окрашиванием, механообработкой в машиностроении и т.п.,

Установки для очистки стоков гальванических производств:

- реагентным методом; - ионообменным методом; - методом «обратного осмоса» и т.д.,

Материалы, агрегаты и запасные части для гальванических линий и установок очистки стоков гальванических производств - качественные пластикат для футеровки ванн, выпрямители, системы вытяжки, автооператоры, системы автоматизации, ионообменные смолы и т.д.

ASMEGA S.p.A Падова - Италия http://www.asmega@asmega.com	Официальный Представитель Asmega в РФ КОВИНТРЕЙД МОСКВА тел.(495)363-43-80, факс (495)363-43-81 e-mail: info@kovintrade.ru http://www.kovintrade.ru
	

Subscription Information

Subscription price for 2009, Vol. XVII (4 issues NN1-4) US \$ 50, including postage.

A single advertisement (information) publication in Russian language costs \$350 per page (1/2 page \$ 175, page \$90, 1/8 page \$45). An advertisement publication in 3 issues in succession cost \$290/ page for one issue (1/2 \$145, 1/4 \$75, 1/8 page \$40). For the arranged subscription for the Journal and advertisement publications it is necessary to transfer above mentioned sum to:

Correspondent bank of SBERBANK

The Bank of New York

SWIFT: **IRVTUS3N**

Account SBERBANK with correspondent bank:

890-0057-610

Account with Institution: SBERBANK

SWIFT: **SABR RU MM, Maryinoroshchinskoe branch**

7981, Moscow, Russia

Beneficiary Customer: **account № 40702840038320201984, «Galvanotech»,**

125047 Miuskaya Sq., 9, Moscow, Russia

Subscription orders should be send to: Editor-in-Chief, Professor V.N.Kudryavtsev Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miuskaya Square, 9. 125047, Moscow, Russia.

Tel.: (+7-499) 978-59-90; Telefax: (+7-495) 609-29-64;

E-mail: gtech@muctr.ru

Семинары, проведенные в 2009 г. компанией «Навиком»

Ключевые слова: научно-технические семинары, гальванотехника

В 2009 году компания ООО «Навиком» (г. Ярославль), являющаяся разработчиком и производителем источников постоянного тока для гальванических производств, при участии своих деловых партнеров провела ряд семинаров-презентаций по теме: «Новые технологии и современные разработки в гальваническом производстве». Семинары были проведены в Ярославле, Владимире, Санкт-Петербурге, Твери и Калуге на базе региональных торгово-промышленных палат. В семинарах приняли участие технологи, сотрудники техотделов, руководители гальванических цехов как городских, так и областных предприятий. В качестве докладчиков были приглашены ведущие специалисты гальванической отрасли, которые выступили с докладами по трем направлениям: технологии нанесения покрытий; реконструкция и оборудование гальванических цехов; решение экологических проблем и ресурсосбережение.

Цель, которую ставила перед собой компания «Навиком», провести семинары для специалистов-гальваников одного региона, так как выезд на семинар в другие города в настоящее время может осуществить не каждое предприятие. Участие слушателей в семинарах было бесплатным, что очень важно в условиях непростой экономической ситуации в стране. Благодаря этому на всех семинарах-презентациях была обеспечена высокая явка. В общей сложности указанные мероприятия посетило более 200 технических специалистов региональных промышленных предприятий и проектных организаций. Благодаря компетентности докладчиков, участники на высокопрофессиональном уровне получили информацию о новых разработках в области гальванического производства и технические консультации по интересующим вопросам. Практически все участники отметили большую полезность семинара, который дал им уникальную возможность узнать о современном состоянии и перспективах развития гальванотехники, установить деловые контакты, пообщаться с коллегами.

На первое полугодие 2010 года запланированы семинары в Тульской, Рязанской, Нижегородской областях и республике Татарстан.

ООО «Навиком» приглашает руководителей и технических специалистов предприятий принять участие в данном мероприятии.

Компания «НАВИКОМ», Ярославль.

Seminars organized by “Navikom” Company in 2009

Key words: seminars, plating industry

“Navikom” Company (Yaroslavl) which is a designer and a manufacturer of current rectifiers for plating industry organized in 2009 seminars on “New Processes and Developments in Plating Industry” in Yaroslavl, Vladimir, St.-Petersburg, Tver and Kaluga. Leading specialists were invited to deliver lectures on (1) plating processes, (2) plating, equipment and reconstruction of plating shops, (3) resources conservation and environment protection. The attendance exceeded 200 technical specialists from regional industries and designing companies.

“Nanikom” Company, Yaroslavl

ООО «Гранит-М»: итоги VIII Международного научно-практического совещания по развитию гальванических производств

18 – 19 ноября 2009 года на базе предприятия ООО «Гранит-М» прошло VIII Международное научно-практическое совещание на тему «Оборудование цехов гальванопокрытий производства ООО «Гранит-М», технологические процессы, очистка стоков». Основной целью совещания является дальнейшее продвижение выпускаемой ООО «Гранит-М» продукции на рынке гальванического оборудования России и за ее пределами

“Granit Company”: on the 8th International symposium “Recent Developments in Plating Industry”

On November 18 to 19 “Granit-M Co.” organized the 8th International Symposium on the following topics:

- plating equipment manufactured by “Granit-M”;**
- plating processes;**
- waste treatment**

Major goal was the promotion of “Granit-M” production on Russian and international markets

В совещании приняло участие более 120 человек, которые представляли крупнейшие промышленные предприятия России, Германии, Украины и Беларуси. Среди них такие, как ФГУП «ВПО «Точмаш», г.Владимир; ФГУП «КЭМЗ», г. Калуга; ОАО «Домнаремонт», г.Череповец Вологодской области; ОАО «Прогресс», г.Арсеньев Приморского края и др.

Гости Тамбовской земли были размещены в отеле «Амакс» в пригородном лесу, где в уютном конференц-зале прошел первый день совещания. Его можно назвать научно-теоретическим.

Первый доклад – «Состояние и перспективы развития гальваники в России и за рубежом» сделал зав.кафедрой электрохимии РХТУ им.Менделеева, профессор, доктор химических наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации Кудрявцев В.Н., г.Москва.

Согласно программы совещания, его участники рассмотрели и обсудили три основных раздела – оборудование для гальванических цехов, технологические процессы нанесения покрытий, проблемы очистки стоков гальванических производств.

В рамках раздела «Оборудование» основной доклад сделал коммерческий директор ООО «Гранит-М» Фролов С.А., рассказавший о выпускаемой предприятием продукции, которая выгодно отличается от аналогов конкурирующих организаций на этом рынке тем, что при ее производстве широко используются современные полимерные материалы – полипропилен, полиэтилен и фторопласт. Затем были заслушаны доклады представителей предприятий и организаций, которые являются поставщиками комплектующих для гальванооборудования, выпускаемого ООО «Гранит-М». Генеральный директор ЗАО «Фирма «Мико», г.Тамбов Милованов И.В. говорил об автоматических системах управления и контроля за поддержанием соответствующих параметров, поставляемых для гальванических линий и комплексов очистки стоков. Источники тока собственного производства для гальванических линий представили ООО «НАВИКОМ» г.Ярославль и шведской фирмы «Flex Kraft» ее дилер ООО «Гальванические технологии» г. Н-Новгород; оборудование для нагрева растворов и электролитов рекламировало ЗАО «Химснаб» г. Казань - дилер фирмы «Mazurczak», Германия; центрифуги для сушки деталей и обезвоживания осадка на очистных сооружениях представил Пензенский завод коммунального машиностроения.

Во втором разделе совещания – Технологические процессы - прозвучали доклады руководителей организаций- разработчиков технологических процессов нанесения покрытий и поставщиков новейших химических продуктов для гальванических производств. Среди них Ток Л.Д., гл. инженер ООО НПП «Экомет» г.Москва., ген. директор ООО «Сонис» г.Москва, Байзульдин Б.М., представитель фирмы «Enthone GmbH» Плетт А., Германия и другие.

Третий раздел совещания был посвящен проблемам экологической безопасности гальванических производств. Вопросы очистки стоков были рассмотрены в докладах ген. директора ООО «Предприятие «Радан» г.С-Петербург Пальцев В.А., менеджера ЗАО «Баромембранные технологии» г. Владимир Краснова А.Н., ген.директор фирмы ООО «Шелл-Евразия» Тулепбаев В.Б. рассказал о преимуществах использования вакуумных выпаривателей при очистке стоков гальванических производств.

В ходе совещания возникали довольно острые дискуссии, споры, что еще раз подтвердило заинтересованность его участников в желании получить новые знания и, как говорится, дойти до истины при обсуждении той или иной проблемы.

Второй день – 19 ноября - гости провели на территории ООО «Гранит-М» в г. Уварово Тамбовской области. Здесь они познакомились с технологическим оборудованием и организацией производства современного гальванического оборудования. Особый интерес вызвала экструзионная линия по производству листов из полипропилена, введенная в эксплуатацию ООО «Гранит-М» в феврале 2008 года. Она позволяет изготавливать полимерные листы шириной 1500 мм, толщиной от 2 до 30 мм любой цветовой гаммы с применением светостабилизаторов и антипиренов - добавок, препятствующих возгоранию полимерных листов.

Участникам совещания была продемонстрирована изготовленная для одного из предприятий г.Москва автоматизированная автооператорная линия толстослойного меднения стальных прутков на подвесках. Гости увидели три механизированные автооператорные линии, изготовленные для одного из Федеральных ядерных центров нашей страны. Был показан процесс изготовления комплексов очистки стоков для предприятий г. Воронежа и Тамбова и многое другое.



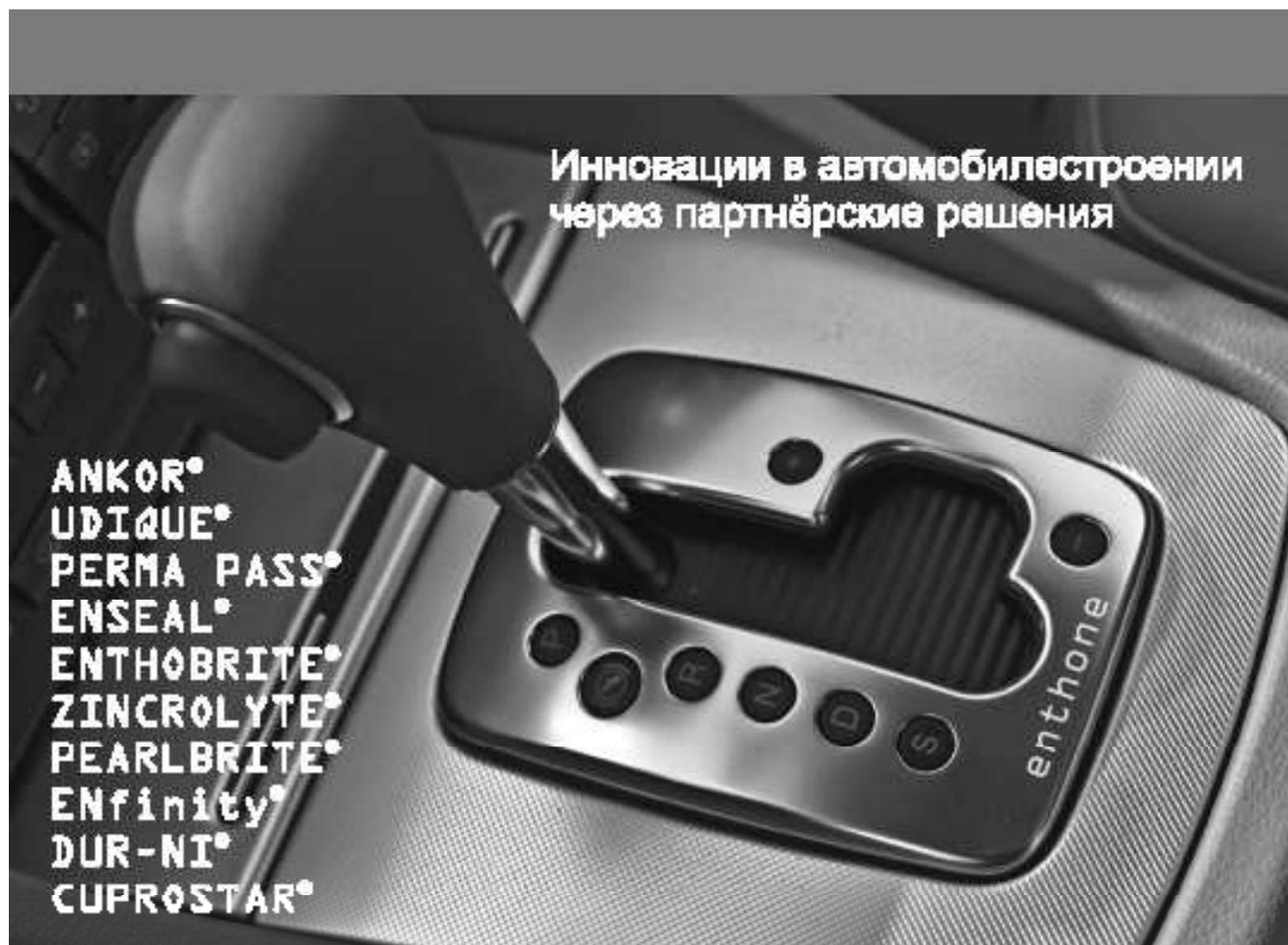


Итоги научно-практического совещания были подведены за круглым столом. Гости отметили высокий уровень организации совещания и его насыщенную содержательную составляющую, подтвердили хорошее качество и современный промышленный дизайн выпускаемого ООО «Гранит-М» гальванического оборудования и выразили желание размещать заказы на ООО «Гранит-М». Особо отмечалась по-человечески теплая атмосфера, которую сумели создать на совещании его организаторы.

Фролов С.А.

Фролов Сергей Алексеевич. Коммерческий директор ООО «Гранит-М»; 393462, г. Уварово, Тамбовская обл., ул. Б. Садовая, 29; тел. (47558) 4-67-17.

Frolov Sergei Alekseevich. Director Granit Co. 393462, Uvarovo, Tambov region, B. Garden Str., 29. Tel. (47558) 4-67-17.



Инновации в автомобилестроении через партнёрские решения

ANKOR®
UDIQUE®
PERMA PASS®
ENSEAL®
ENTHOBRITE®
ZINCROLYTE®
PEARLBRITE®
ENfinity®
DUR-NI®
CUPROSTAR®

Фирма Enthone наладила больше партнёрских связей с OEM-производителями, чем все остальные поставщики хрома. Автомобильная промышленность доверяет нашему имени, обеспечивающему широкий спектр опытных и одобренных OEM функциональных покрытий для защиты от износа, коррозии и декоративного приложения. Наша команда интернациональной поддержки OEM проводит обучение работе с нашими продуктами и оказывает техническую поддержку. Процессы Enthone дают возможность гарантировать постоянное и надёжное качество при наименьшей себестоимости производства. Наши технологии включают:

- Системы пассивации без шестивалентного хрома, соответствующие директиве ELV
- Процессы химического никелирования без свинца и кадмия
- Технологии металлизации пластика
- Процессы твёрдого и декоративного хромирования
- Покрытия никелем от сепия до матового

Enthone является ведущим поставщиком, специализирующимся на производстве высококачественных композиций и покрытий, применяемых в электронной промышленности и гальванотехнике. Enthone производит и поставляет через дистрибьюторов свои процессы получения функциональных и декоративных покрытий, используемые в производстве печатных плат, полупроводников, солнечных батарей, драгоценностей, сварочной арматуры, автомобильной и авиационной промышленности.

Для получения подробной информации посетите сайт enthoneAuto.com. Этот сайт создан Enthone для OEM автомобилестроения и их ключевых поставщиков покрытий.

enthone



Coolson Electronics

240 Тагилант • 197268, г. Москва, • ул. 1-я Бухарская, д. 12/11, корп. 65 • тел./факс: (495) 325-35-48 (автоматический) • info@enthone.ru
Enthone GmbH • Копенгаген, датск. Aars Pkall • info@coolsonelectronics.com

Насосы и системы фильтрации компании Siebec (Франция).



- ✦ На складе в Москве.
- ✦ Наличие запчастей.
- ✦ Гарантия 2 года.
- ✦ Сертификат ГОСТ Р.

- Насосы с магнитными муфтами.
- Насосы с торцовыми уплотнениями.
- Насосы вертикальные
- Фильтровальные установки.
- Фильтрующие материалы.
- Эдукторы.

Маслоулавливающий полипропилен
для ванн обезжиривания.



Перистальтические насосы.
Дешёвое и надёжное решение
для систем дозирования.



ЗАО «Гальванит»
107258, Москва, 1-я Бульварная, 12/11, корпус 53
тел./факс: (495) 225-35-49 (многоканальный)

КОРИАН – 3

АНАЛИЗАТОР ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

АНАЛИЗАТОР «КОРИАН-3» ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ:

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

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

В КОМПЛЕКТ АНАЛИЗАТОРА ВХОДЯТ:

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

НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА «КОРИАН-3»:

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА ПОЗВОЛИТ:

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

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

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

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

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

РХТУ им. Д.И. Менделеева

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ УЧАСТОК (ЦЕХ) БЕЗ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

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

1) Свести к минимуму суммарное количество каждого из этих компонентов в стоках.

2) Обеспечить необходимую степень разбавления при взаимном смешении разнородных сточных вод участка (цеха) и последующего соединения их с хозяйственными стоками.

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

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

- примерно 10049кратное снижение выноса в каждой точке технологической цепочки;

- дополнительное многократное разбавление за счет объединения разнородных 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**

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 Вас 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, драг-металлов 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

**СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ И УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ
в 1-ом ПОЛУГОДИИ 2010 ГОДА**

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

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа № 12 (КГ-12)	15 марта - 26 марта *	18500-00
Группа № 13 (КГ-13)	11 мая - 21 мая **	18500-00

* Посещение 7-ой Международной специализированной выставки «Покрyтия и обработка поверхности и участие в 7-ой международной научно-практической конференции «Покрyтия и обработка поверхности».

** Посещение 8-ой Международной специализированной выставки «Антикор и Гальванокрвис -2010».

**Курсы повышения квалификации специалистов в области
аналитического контроля**

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа АКГ№ 05 (АКГ-05)	26 апреля - 30 апреля *	12200-00

* Посещение 8-ой Юбилейной Международной специализированной выставки аналитического оборудования, контрольно-измерительных приборов, лабораторной мебели и химических реактивов.

В стоимость обучения входят информационные материалы.

Стоимость обучения НДС не облагается. Оплата перечислением.

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

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: mxo@asvt.ru

<http://www.mmxo.ru>

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

e-mail: gtech@muctr.ru

<http://www.muctr.ru>

Календарь выставок, конференций и семинаров, проводимых в России

Exhibitions, Conferences, Seminars



7-я международная выставка и конференция
“Покрытия и обработка поверхности”
17-19 марта 2010 г.
СК “Олимпийский” г. Москва

По вопросам участия в Выставке обращаться в ООО «Примэкспо» т. (812) 380-60-17; (812) 380-60-01; E-mail: coating@primexpo.ru; www.primexpo.ru/coating.

По вопросам выступления на конференции и публикации тезисов докладов обращаться по адресу: 125047, Москва, Миусская пл., д.9. РХТУ им. Д.И. Менделеева. Тел. (499)978-59-90; Факс (495)609-29-64; E-mail: gtech@muctr.ru. Председатель Оргкомитета Конференции Кудрявцев В.Н.

По вопросам посещения конференции, проживания и оплаты оргвзноса: МХО им. Д.И. Менделеева Богачев Николай Николаевич; E-mail: mxo@asvt.ru; www.mmxo.by.ru.

Тел./факс (495) 925-86-00, 742-04-22; (495) 302-80-00 - Ябурова Галина Алексеевна.

Более подробная информация о конференции будет помещена в Интернете на сайте Российского общества гальванотехников: : <http://www.galvanicrus.ru>

Оргвзнос для участников конференции не изменился (2950 руб.)

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) 36-09-33, 24-74-31
Тел./Факс: (4922) 38-12-44, 24-26-27
E-mail: vladimir@vladbmt.ru

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

ЗАО “БМТ”



г. Владимир

КНИГИ
Books

Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов.

Рассмотрены вопросы подготовки черных и цветных металлов перед нанесением на них гальванических покрытий - механическая обработка, химическое и электрохимическое обезжиривание, травление, активирование, пассивирование, химическое и электрохимическое полирование. Приведены примеры применения указанных процессов для некоторых специальных целей. По сравнению с предыдущим изданием (5-е изд. 1983 г.) уточнены, а также даны новые технологические рекомендации, составы рабочих растворов, включены разделы, посвященные подготовке легких металлов перед осаждением на них покрытий и влиянию электрохимического полирования на свойства металлов.

Распространяется среди подписчиков журнала.

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». Цена - 110 рублей.

Изложены сведения по конструкциям, характеристикам и расчетам основных параметров оборудования цехов гальванических покрытий: ванн, подвесных приспособлений, барабанов, колоколов, гальванических линий, вспомогательного оборудования и источников тока. Показаны принципы расчета расхода воды на промывку, химикатов, анодов, пара, сжатого воздуха и электроэнергии, а также расчета эффективных систем вентиляции и рационализации водопотребления. Рассмотрены вопросы составления компоновок гальванических линий и практические рекомендации по организации производства гальванических покрытий.

Распространяется среди подписчиков журнала.

Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н. Электролитическое хромирование (справочное пособие). М.: «Глобус», 2008. - 192с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Цена - 132 рубля.

В книге приведены общие сведения о процессе электролитического хромирования, типы, свойства и назначение хромовых покрытий, особенности электролитов, характеристики покрытий, области их применения. Подробно разобраны технологические особенности процесса хромирования.

Рассмотрены возможные неполадки при хромировании, их причины и пути устранения.

Книга рассчитана в основном на работников гальванических производств.

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». Цена - 100 рублей.

В книге представлено описание основных способов рационализации водопотребления гальванического производства. Даны характеристики систем промывки, требования к качеству воды, описаны способы нормирования водопотребления и сокращения расхода воды, в том числе без больших капитальных затрат. Показана возможность организации бессточных операций нанесения покрытий на примере конкретной гальванической линии. Представлены основные положения и порядок выбора схем промывок для гальванической линии.

Книга предназначена специалистам гальванических производств и может быть полезна студентам, аспирантам, преподавателям и научным сотрудникам, специализирующимся в области гальванотехники.

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 - 120 рублей.

АВТОРАМ ЖУРНАЛА «ГАЛЬВАНОТЕХНИКА И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ»

Редколлегия и редакция журнала просят авторов при направлении материалов для публикации (обзоры, статьи, краткие сообщения, письма в редакцию, информация и т.д.) руководствоваться следующими правилами:

1. Материалы для публикации представляются в редакцию журнала (адрес редакции: Россия, 125047 г. Москва, Миусская площадь, д. 9, Российский Химико-технологический Университет им. Д.И.Менделеева, кафедра технологии электрохимических процессов) в двух экземплярах, а **также на CD или по электронной почте**. В качестве вторых экземпляров могут быть использованы ксерокопии. Материал должен содержать следующую информацию:

1. СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- фамилия, имя, отчество автора полностью (если авторов больше чем один, указываются все авторы); должность, звание, ученая степень
- полное и точное место работы каждого автора в именительном падеже. Важно четко, не допуская иной трактовки, указать место работы каждого автора. (Если все авторы статьи работают или учатся в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно);
- контактная информация (e-mail, город, корреспондентская контактная информация) для каждого автора

Все сведения приводятся на русском и английском языках

2. НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Приводится на русском и английском языках

3. АННОТАЦИЯ

Приводится на русском языке для публикации в РЖ Химия (5-7 строк).

Приводится подробный реферат со ссылкой на рисунки и таблицы (объемом не менее 1-1,5 страниц) для последующего перевода на английский язык.

4. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Каждое ключевое слово либо словосочетание отделяется от другого точкой с запятой;

Данные приводятся на русском и английском языках

5. НАЛИЧИЕ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ ТЕМАТИЧЕСКОЙ РУБРИКИ (КОД)

- УДК и/или ГРНТИ, код ВАК по разделам номенклатуры научных специальностей
- либо другие библиотечно-библиографические классификационные и предметные индексы;

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления:

Единый формат оформления пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008 «Библиографическая ссылка»

(Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы)

СТАТЬИ ИЗ ЖУРНАЛОВ И СБОРНИКОВ:

Адорно Т. В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76–86.

Crawford, P. J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works/P.

J. Crawford, T. P. Barrett//Ref. Libr. -1997. –Vol. 3, № 58. -P. 75-85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P. J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000)

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. - 2006. - Т. 13, №. 3. - С. 369-385.

Кузнецов, А. Ю. Консорциум - механизм организации подписки на электронные ресурсы//Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. -М.: Науч. мир, 2003. -С. 340-342.

МОНОГРАФИИ:

Тарасова В. И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М. : Проспект, 2006. – С. 305–412.

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы : межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. - 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предпринятого источника информации

Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2006. 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000)

АВТОРЕФЕРАТЫ

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. - Новосибирск, 2000. - 18 с.

ДИССЕРТАЦИИ

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона : дис. ... канд. полит. наук. - М., 2002. - С. 54-55.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. - М. : ИМЭМО, 2007. - 39 с.

ПАТЕНТЫ:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф., Ярославль, 2003. 350 с.

Марьянских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). - Новосибирск, 2000. - С.125-128.

ИНТЕРНЕТ-ДОКУМЕНТЫ:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2005-2007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логина Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomer=366> (дата обращения: 17.04.07).

<http://www.nlr.ru/index.html> (дата обращения: 20.02.2007)

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт.- URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

2. Требования к файлам, предоставляемых в электронном виде:

а) рекламные материалы и рисунки к статьям должны быть предоставлены в следующих программах:

Corel Draw версия до 12 включительно (В Corel Draw все шрифты должны быть переведены в кривые или предоставляются файлы шрифтов);

Adobe Photoshop 6.0 (изображение должно быть «плоским» - без слоев и дополнительных каналов, но если требуется вносить изменения, то все слои необходимо оставить);

Adobe InDesign CS3 (должны присутствовать файлы всех шрифтов, а также все связанные файлы).

Цифры и надписи на шкалах абсцисс и ординат графиков должны быть выполнены в одном кегле и гарнитуре. (Рекомендуемый кегль - 18, гарнитура - JournalSansC.);

Поддерживаемые носители: CD, E-mail.

Если предполагается, что реклама будет опубликована в **черно-белом варианте**, то исходный материал **не должен быть выполнен в цвете**.

3. Основными материалами для публикации в журнале являются обзоры и статьи:

- а) обзоры — до 30 машинописных страниц. Обзоры публикуются либо по заказу редколлегии, либо по инициативе авторов. В последнем случае авторы представляют предварительно аннотацию (развернутый план) обзора и, после ее одобрения редколлегией, сам обзор;
- б) статьи — до 18 машинописных страниц, 8 рисунков.

4. Все представляемые для публикации материалы рецензируются.

5. Оформление формул в тексте:

- а) формулы должны быть аккуратно вписаны тушью (чернилами) или набраны на компьютере;
- б) во избежание недоразумений и ошибок редакция рекомендует авторам:
- не использовать в формулах русских букв;
 - в формулах и тексте самостоятельно проводить разметку, руководствуясь стандартными правилами: прописные и строчные буквы всех алфавитов, имеющие одинаковое начертание, подчеркиваются простым карандашом: большие двумя чертами снизу (например, $\underline{\underline{S}}$, $\underline{\underline{P}}$), маленькие двумя чертами сверху (например, $\overline{\overline{s}}$, $\overline{\overline{p}}$); показатели степени и индексы выделяются (простым карандашом) дужкой (верхние — снизу, нижние — сверху); греческие буквы подчеркиваются красным карандашом, готические — синим. Эти же буквы выносятся на поля и поясняются (пишется как произносится) один раз на странице, например ξ (кси), ζ (дзета) и т.д.; спецзнаки выносятся на поля с пояснением «спецзнак»; для похожих по начертанию букв следует давать пояснения простым карандашом на полях (например, e (не эль); l (эль); 0 (ноль); O (буква); x (знак умножения); x (икс) и т.д.; для прямых и наклонных (курсив) символов используются дополнительные обозначения простым карандашом: например, \underline{s} , \underline{p} , и s^- , p^- соответственно.

Submission of papers Zur Achtung den Autoren

Two copies should be submitted, in double-spaced typing on pages of uniform size with wide margins. Some flexibility of presentation will be allowed but authors are urged to arrange the subject matter clearly under such headings as: Introduction, Experimental details, Results, Discussion, etc. An abstract at ~300 words should accompany papers.

References should be numbered consecutively (in square brackets) throughout the text and collected together in a reference list at the end of the paper. Journal titles should be abbreviated according to the Chemical Abstracts Service Source Index, 1970 edition, and supplements. The abbreviated title should be followed by volume number, year (in parentheses) and page number.

Two sets of figures should be submitted. One set of line drawings should be in a form suitable for reproduction, drawn in black ink on drawing paper (letter height, 3-5 mm). Photographs should be submitted as clear black-and-white prints on glossy paper. Each illustration must be clearly numbered. Legends to the illustrations must be submitted in a separate list. All tables and illustrations should be numbered consecutively and separately throughout the paper.

We take articles for publication in any languages - they will be translated into Russian by professional translators and edited. Translation cost of 1 page text of article is 9 US dollars. According to our rules 1 page consist of 1800 signs including commas and lacunas.

Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу

ООО "АРБАТ" (стр.34)

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. 52)

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

ООО "ГАЛЬВАНИТ" (стр.46)

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)

ООО "ГАЛЬВАНОХРОМ" (стр.39)

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.37)

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.5)

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

КОВИНТРЕЙД МОСКВА. Kovintrade d.d.

Официальное представительство Asmega в РФ (стр.41)
тел (495)363-43-80, факс (495)363-43-81
E-mail: info@kovintrade.ru; www.kovintrade.ru

НАВИКОМ (стр.6)

1500007, 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.32)

190103 Санкт-Петербург, ул. 8-я Красноармейская, 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

НПК "РЕГЕНЕРАТОР" (стр.16)

Москва тел (495) 618-24-90, факс/тел (495) 777-59-92,
706-44-28

РХТУ им. Д.И. Менделеева (стр.48, 49)

125047, Москва, Миусская площадь, д. 9.
тел 8(499)978-59-90

SERFILCO International Ltd.(стр.33)

2900 MacArthur Blvd Northbrook, IL 60062-2005 U.S.A.
тел/факс в Москве: 8(495) 259-24-55, 968-10-49
E-mail: serfilco@ari.msk.ru, www.info@serfilco.ru

Компания "СОНИС" (стр.37)

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

НПП СЭМ.М (стр.40)

125047, Москва, А-047, Миусская пл., 9. тел/факс 8(499)
978-61-95, 978-56-51;e-mail: semm@online.ru

ОАО "ТАГАТ" ТАМБОВГАЛЬВАНОТЕХНИКА (стр.10)

392030, Тамбов, Моршанское шоссе, 21.
тел: (4752) 53-25-03, 53-18-89, 53-70-03;
факс:(4752) 55-04-15; e-mail: office@tagat.ru

"УМИКОР ГАЛЬВАНОТЕХНИК" (стр.4)

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

ООО "ХИМСИНТЕЗ" (стр.7)

606037, г. Дзержинск
Нижегородской обл., а/я 58,
тел/факс: (8313) 25-23-46, 33-02-33;
e-mail: chimsn@kis.ru

ЗАО "ХИМСНАБ" (стр.9)

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

ЗАО "ЭКОМЕТ" (стр.8)

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

Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности»

К сведению подписчиков!

Подписка на журнал производится через местные почтовые отделения.

Журнал включен в Объединенный каталог «Пресса России» 2010/1; каталог стран СНГ 2010/1; Каталог Украины 2010/1. Агентство АРЗИ. Индекс **87867**. Подписаться можно также в редакции

В редакции можно приобрести

Журнал "Гальванотехника и обработка поверхности" и книги	Цена, руб
2009 год (4 номера)	616
2008 год (4 номера)	616
2007 год (4 номера)	572
2006 год (4 номера)	528
2005 год (4 номера)	484
2004 год (4 номера)	484
2003 год (4 номера)	360
2002 год (4 номера)	250
2001 год (2 номера)	80
2000 год (3 номера)	105

Книги (приложения к журналу) - * только для подписчиков журнала !

Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология	170
Григорян Н.С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А. Фосфатирование	120
Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство (Изд. 2-е, дополн. и перераб.) Электронная версия.	100
* Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование	110
Виноградов С.С. Прмывные операции в гальваническом производстве	100
* Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов	60
Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н. Электролитическое хромирование	130

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.galvanotehnika.info

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

Банк плательщика

Сбербанк России, г. Москва, Марьиноорощинское 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)