

## 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. 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](mailto: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

Перевод абстрактов - проф. Кругликов С.С.

## 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](mailto: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](http://www.galvanicrus.ru)**

# ГАЛЬВАНОТЕХНИКА и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

№ 4

2009 год

том XVII

---

## Содержание

---

<i>Осаждение металлов и сплавов</i>	<b>Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2007-2008 годы</b> Елинек Т.В.	<b>11</b>
	<b>Исследование свойств никелевых покрытий, осаждённых из хлоридного электролита</b> Балакай В.И., Арзуманова А.В., Мурзенко К.В., Бырылов И.Ф., Кукоз В.Ф.	<b>32</b>
<i>Экология</i>	<b>Исследование процесса электрофлотационного извлечения железа (III) и эмульгированного масла в присутствии анионных ПАВ из водных стоков</b> Воробьёва О.И., Колесников А.В., Капустин Ю.И.	<b>42</b>
<i>Производственный опыт</i>	<b>Об эффективности использования погружных электрохимических модулей в ваннах улавливания после операции кадмирования. Опыт московских предприятий</b> Кругликов С.С., Сироткин В.И., Воробьёва М.А.	<b>48</b>
<i>Персоналии</i>	<b>Профессору Ю.П. Зайкову 60 лет</b>	<b>52</b>
<i>Хроника</i>	<b>Кафедре ТЭП ВЯТГУ - 40 лет</b>	<b>54</b>
	<b>2-я Международная промышленная выставка и конференция INDUSTRYEXPO "Промышленность Урала - стратегия инновационного развития"</b>	<b>56</b>
<i>Информация</i>	<b>Курсы повышения квалификации</b>	<b>62</b>
	<b>Выставки, конференции, семинары</b>	<b>64</b>
	<b>Книги</b>	<b>65</b>
	<b>Авторам журнала</b>	<b>67</b>
	<b>Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу</b>	<b>70</b>

---

# ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT

№ 4

2009 год

том XVII

---

## Contents

---

<i>Electroplating of metals and alloys</i>	<b>Advances in Metal Finishing - An Assessment of the International Literature 2007 - 2008</b> <i>Jelinek T.W.</i>	<b>11</b>
	<b>Characteristics of Nickel Coatings Deposited from Chloride Bath</b> <i>Balakay V.I., Arzumanova A.V., Murzenko K.V., Byrylov I.F., Kukoz V.F.</i>	<b>32</b>
<i>Environmental problems</i>	<b>A Study of the Electroflotation Process for the Recovery of Iron (III) and Emulsified Oils from Waste Water in the Presence of Anionic Surfactants</b> <i>Vorobyeva O.I., Kolesnikov A.V., Kapustin Y.I.</i>	<b>42</b>
<i>Industrial experience</i>	<b>Successful Operation of Immersed Electrochemical Modules in a Number of Moscow Plating Shops</b> <i>Kruglikov S.S., Sirotkin V.I., Vorobyova M.A.</i>	<b>48</b>
<i>Personality</i>	<b>60-th Anniversary of Professor Yuri P. Zaikov</b>	<b>51</b>
<i>Chronicle</i>	<b>40 years anniversary Department Electrochemical Engineering Vyatka State University</b>	<b>54</b>
	<b>Industry EXPO Exhibition and Conference</b>	<b>56</b>
<i>Information</i>	<b>Congressess, Conferences, Meetings</b>	<b>64</b>
	<b>Books</b>	<b>65</b>
	<b>Submission of papers</b>	<b>67</b>

---

materials for a better life



**“Умикор-гальванотехник” - ваш партнер и специалист по гальваническим покрытиям драгоценными металлами**

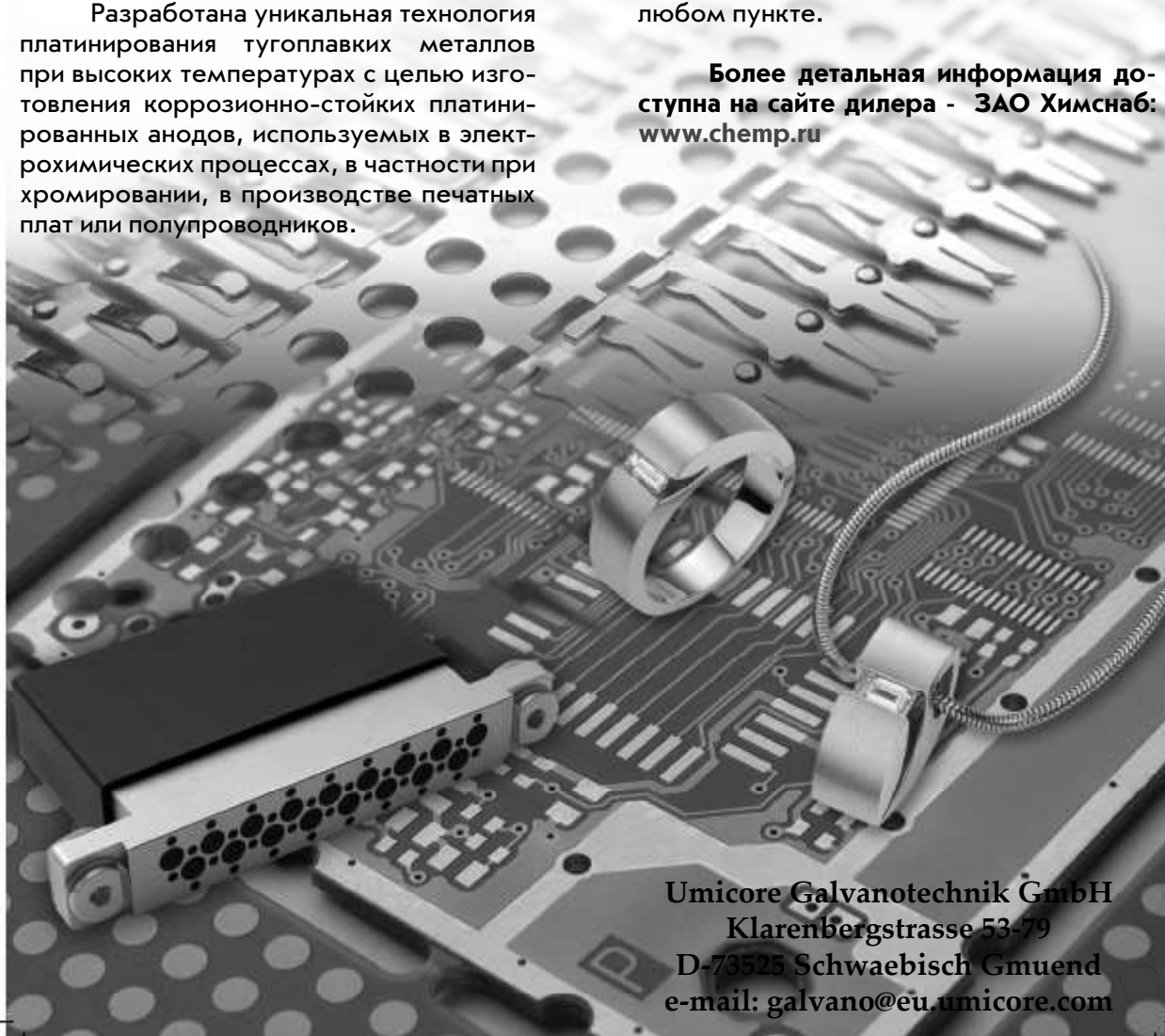
*Мы разработали ряд современных технологий нанесения покрытия драгметаллами и их сплавами как для декоративного, так и функционального применения с целью помочь нашим клиентам улучшить все показатели процессов.*

Разработана уникальная технология платинирования тугоплавких металлов при высоких температурах с целью изготовления коррозионно-стойких платинированных анодов, используемых в электрохимических процессах, в частности при хромировании, в производстве печатных плат или полупроводников.

Мы предлагаем детальную и исчерпывающую информацию об адгезионных и паяемых покрытиях (припоях), используемых в производстве печатных плат.

Благодаря широко развитой всемирной сети наших центров продаж мы можем обслуживать наших клиентов в любом пункте.

**Более детальная информация доступна на сайте дилера - ЗАО Химснаб: [www.chemp.ru](http://www.chemp.ru)**



Umicore Galvanotechnik GmbH  
Klarenbergstrasse 53-79  
D-73525 Schwaebisch Gmuend  
e-mail: [galvano@eu.umicore.com](mailto:galvano@eu.umicore.com)

производство выпрямителей  
**ПУЛЬСАР**

Надежное оборудование для  
современных технологий

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

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

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

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

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

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

**Эргономичность** – интуитивно понятная система управления и индикации режимов работы.



Ведущие производители гальванических линий  
выбрали выпрямители "Пульсар"

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

Телефон: (4852) 741-121, 741-567

e-mail: [commerce@navicom.yar.ru](mailto:commerce@navicom.yar.ru)

[www.navicom.yar.ru](http://www.navicom.yar.ru)





## 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 слабых кислотных 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-ЩО (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/м<sup>2</sup>. Цена: 92 руб/кг.

### Композиции для хроматирования Zn-покрытий на основе соединений Cr<sup>3+</sup>

**Ирида-ХромТри (А)** – Композиция для бесцветного с голубым оттенком хроматирования 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 хроматирования 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

**TAGAT**

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 м<sup>3</sup>. 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 м<sup>2</sup>; 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 дм<sup>3</sup>. 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, аммиакатных и цианистых электролитов от механических загрязнений. Производительность – 6 м<sup>3</sup>/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, аммиакатных, цианистых и нейтральных растворов. Производительность – 10 м<sup>3</sup>/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 м<sup>3</sup>/ч. Начальная концентрация тяжелых металлов в стоках до 200 мг/дм<sup>3</sup>, конечная концентрация – до ПДК.
  - Модуль обезвреживания шестивалентного хрома.
  - Модуль доочистки.
  - Вакуум-фильтр барабанного типа.
- 17. Запасные части для различных узлов гальванического оборудования.**

УДК 621

**Успехи гальванотехники\***  
**Обзор мировой специальной литературы за 2007-2008**

**ГОДЫ**

**Елинек Т.В.**

**Advances in Metal Finishing - An Assessment of the  
International Literature 2007-2008**

**Jelinek T.V.**

**Fortschritte in der Galvanotechnik - Eine Auswertung der  
internationalen Fachliteratur 2007-2008**

**Jelinek T.W.**

**4.2. Хромирование**

В случае замены сульфата хлоридом в электролитах, содержащих хром (VI), повышается выход по току, но при этом усиливается коррозия анодов. Для повышения коррозионной стойкости свинцовых анодов в их состав вводят 2,7 масс.% Sn, 2,5 масс.% Zn и 0,8 масс.% Fe [418].

Весь спектр требуемых свойств твердых хромовых покрытий не удастся обеспечить с помощью конкурирующих методов, так что нельзя рассчитывать на отказ от их (твердых хромовых покрытий) применения [145]. Американские источники придерживаются иного мнения: твердые хромовые покрытия будут в будущем замещены химическими никелевыми, либо напыляемыми покрытиями WC/CoCr [662]. Регулировать трибологические свойства хромовых покрытий в процессе хромирования можно посредством варьирования технологических параметров (температуры и плотности тока), которые влияют на морфологию поверхности [282]. Трубы, штанги и профилированные изделия можно покрыть твердым хромом, если они соединены механически и электрически [397]. Если поршневые кольца для хромирования нанизывать на одну штангу, то в случае большой ее длины (электрический) контакт между отдельными кольцами влияет на внутреннее распределение тока [578].

Исследуется механизм осаждения хрома из хром(III)содержащих растворов на оксалатной либо формиатной основе. Он определяется рядом очень сложных процессов, течение и кинетичес-

кие закономерности которых все же можно описать с помощью математической модели [62].

**4.3. Меднение и никелирование**

Исследования в области осаждения меди, как правило, соответствуют направлению применения медных покрытий в электронике. В то время как все уменьшающиеся размеры изделий позволяют обработку постоянным или реверсивным током, распределение осадка можно улучшить с помощью дополнительного наложения реверсивного тока на постоянный [279]. Вновь разработанный кислый электролит можно использовать для одновременного меднения токопроводящих дорожек и заполнения микроканалов [288, 321, 449]. Механизм блескообразования при электроосаждении меди из кислых электролитов обусловлен ингибирующим действием продуктов распада блескообразующих добавок [281]. Как показывают спектрохимические исследования, степень выравнивания определяется тем, что продукты распада добавок в зависимости от параметров осаждения обладают различной адсорбционной способностью [486].

В электролитах никелирования Уоттса исследуется влияние сахара на внутренние напряжения в покрытиях [59] и взаимосвязь между параметрами осаждения и твердостью покрытий [201]. Свойства покрытий, получаемых из сульфатных электролитов, можно регулировать, изменяя параметры импульсного тока [236]. Борную кислоту в электролитах никелирования заменяют карбоновыми кислотами, такими как малоновая и янтарная, что приводит к расширению интервала допустимых плотностей тока [398, 400]. Осажденные в режиме импульсного тока из ацетатных растворов никелевые покрытия имеют высокую твердость и низкую пористость [399].

\* Перевод обзора из немецкого журнала *Galvanotechnik*, 2009, 100. -№1, С. 32-55. Продолжение. Начало публикации в №2,3 том XVII, 2009 г.

Разрабатывается электролит для соосаждения никеля с частицами фуллеренов C<sub>60</sub>, причем основная сложность состоит в способе приготовления суспензии [61].

Сплав никель-молибден при определенных условиях может заменить твердые хромовые покрытия, причем сплав имеет следующее преимущество: свойства покрытий можно варьировать не только путем изменения параметров осаждения, но и применяя комплексы молибдена переменной валентности [235, 278, 287]. Нанокристаллические сплавы никель-марганец, которые из-за высокой твердости используют в реактивных двигателях, получают электролизом в потоке, используя высокочастотный импульсный режим осаждения [573]. Сплавы никель-золото из-за их высокой твердости применяют в электронике вместо золота [443, 659]. Электролитические покрытия никель-фосфор имеют широкий спектр свойств, более стабильных, чем покрытия, полученные химическим способом [231]. Исследуется влияние компонентов электролитов на свойства покрытий сплавами никель-вольфрам в гальванопластике [531]. Микрогальванопластические осадки сплавов никель-кобальт и кобальт-железо-никель для CD- и DVD-дисков можно осаждать на импульсном токе переменной полярности без применения органических добавок, правда, не всегда удается избежать внутренних напряжений [275].

На алюминий можно электролитически наносить никель после предварительной обработки поверхности в растворе, содержащем хлрид никеля, сульфат никеля и фосфор с последующей термообработкой. Для улучшения сцепления в электролит никелирования вводят пиколин (метилпиридин) и хинолин (бензопиридин) [285].

Для очистки электролитов блестящего никелирования от загрязнений применяют активированный уголь или селективную очистку [10], другие возможные причины дефектов и способы их устранения приведены в [401].

#### **4.4. Цинкование, покрытия благородными и другими металлами**

Исследования в области осаждения цинка и его сплавов касаются в основном защиты от коррозии. И хотя коррозионная стойкость этих материалов соответствует различным международным стандартам, но при ближайшем рассмотрении очень сильно различается [323]. Отчасти это связано с различными методами, применяемыми для анализа отдельных свойств цинка [324]. Питтинговая коррозия в случае многофазных сплавов в основном связана с различным поведением отдельных фаз [325].

В слабокислых электролитах цинкования на основании количественного анализа органических

добавок можно контролировать и регулировать их содержание и тем самым избежать дисбаланс, часто возникающий из-за различной скорости их расходования [60, 66]. С помощью специальных методов можно реставрировать старые цинковые покрытия [322].

Осаждение сплавов из электролитов с высоким, по сравнению с другими компонентами, содержанием цинка протекает аномально. Образующиеся при этом вещества можно анализировать с помощью метода циклической вольтамперометрии [284]; исследуется влияние импульсного тока на осаждение различных сплавов [532].

Цинк-никелевые сплавы для замены кадмиевых покрытий осаждают из специально разработанных щелочных электролитов [14, 232, 569, 658]. В отношении композиционных покрытий на основе сплава цинк-никель отмечено взаимное влияние концентрации никеля и частиц SiO<sub>2</sub> [116]. Исследуется влияние концентрации солей металлов в электролитах для осаждения покрытий цинк-хром [13]. Покрытия цинк-медь почти со 100%-м выходом по току получают из глицинсодержащего сульфатного электролита [120]. Электроосаждение сплавов цинк-кобальт из кислых и щелочных электролитов исследуется на вращающемся дисковом электроде [395]. Сплавы цинк-кобальт с большим содержанием кобальта должны обладать особенно хорошей коррозионной стойкостью [663]. Описано осаждение серебристо-матовых покрытий цинк-марганец [665]. В электролитах для осаждения покрытий цинк-железо и никель-цинк-железо положительно зарекомендовала себя добавка желатина [666].

О разнообразных способах применения покрытий благородными металлами сообщается в обзоре [15], применение серебряных покрытий рассматривается в [396]. Улучшенной кроющей и рассеивающей способностями обладает электролит для осаждения в барабанах, из которого можно получать на выбор покрытия золото-кобальт- или золото-никель-твердое золото для (электрических) контактов [230]. Сообщается об осаждении серебряных нанопокровтий на алюминии с применением импульсного тока [280]; исследуется возможность управления свойствами серебряных композиционных покрытий [448, 577]. При осаждении сплавов серебра с сурьмой, висмутом и индием образуются фазы с необычными свойствами, которые, возможно, приведут к новым способам применения указанных сплавов [571]. Исследуется поведение нерастворимых анодов в электролитах для осаждения покрытий палладий-никель [283], в том числе в электролитах, не содержащих аммония [318] и хлоридов [319]. Разрабатывается цианидный раствор для снятия золотых покрытий [320].

Термо- и коррозионностойкие танталовые покрытия можно получать из расплава хлоридов калия и лития, а также из смешанного фторида калия и тантала [64]. Исследуется электрохимическое поведение кобальта при электроосаждении сплава кобальт-молибден-вольфрам из расплава [483].

Исследование влияния борной кислоты и марганца на электролитическое осаждение кобальта из низкоконцентрированных сульфатных электролитов показало, что получаемые покрытия содержат большое количество водорода [121]. Толщина беспористого палладиевого покрытия, получаемого из разработанного для применения в электронике электролита, составляет около 10 нм [227].

В разработанном метансульфоном электролите значительно меньше опасность окисления олова(II) до олова(IV) [229]. Исследуется влияние параметров импульсного тока на морфологию и твердость оловянных покрытий [575] и электрохимические особенности процессов в смешанных метансульфоновых-сульфатных электролитах [664].

В электролитах для осаждения иридия, содержащих натрия гексахлоририд(III), добавка спирта уменьшает степень окисления этого соединения до четырехвалентной соли [274]. Высокотвердые иридиевые покрытия без трещин могут быть получены в том случае, если электролит содержит соль кобальта [273]. Склонность защитных марганцевых покрытий к водородной хрупкости снижается при их соосаждении с медью в импульсном режиме [277]. Механизм осаждения кадмия из кадмий-перхлоратного электролита обсуждается в работе [446].

### **5. Химическое осаждение металлов**

Количество публикаций о химическом осаждении металлических покрытий из года в год не соответствует тому значению, которое эти процессы имеют для практики. На свойства химических никелевых покрытий можно влиять, изменяя в покрытии содержание фосфора [43]. Как и прежде, большинство публикаций касается химического осаждения никеля и способов его применения, что объясняется хорошей коррозионной стойкостью и защитной способностью аморфных покрытий никель-фосфор [16, 407]. В то же время важное значение имеют и функциональные свойства, такие как износостойкость композиционных покрытий никель-фосфор- $Al_2O_3$  на литых изделиях из сплава алюминия с кремнием [69]. Из-за высокой стоимости никеля в США пытаются заменить электролитический никель на химический, содержащий незначительное количество металла [405]. Проводится серьезное исследование возможных причин питтингообразования в случае покрытых химическим никелем элементов запоминающих устройств [450].

Большое внимание уделяется увеличению срока службы электролитов для осаждения сплава никель-фосфор, например, предлагается снизить для этого содержание накапливаемых сульфатов [74], а также удалять вредные продукты распада электролиза [330, 451, 488, 657]. В случае предобработки перед никелированием предпринимаются попытки замены двухступенчатого процесса погружением деталей в раствор хлорида рутения [328].

Предметом исследований в работе [329] является осаждение сплава никель-хром-фосфор, который должен заменить коррозионнозащитное и декоративное покрытие никель-хром. Многие авторы занимаются проблемами получения химических никелевых покрытий без свинца и кадмия [404, 406]. Представляют интерес нанопокрyтия никель-молибден-бор [487] и кобальт-молибден-бор [533], получаемые восстановлением диметилборана.

По-прежнему актуально химическое осаждение покрытия кобальт-фосфор, магнитные свойства которого могут быть модифицированы добавлением никеля и марганца, причем в последнем названном случае эти свойства обусловлены наличием гидроксида марганца [178, 276].

Возможность применения на практике химического золочения подкреплена детальным исследованием электролита на основе тетрахлораурата(III), гексацианоферрата(III) и гидразина, а также исследованием осажденных из него покрытий [237].

Коррозионностойкий сплав железо-цинк получают контактным способом на медном субстрате, соединенном с алюминиевыми полосами; разработан процесс, который может быть применен на практике [238]. Заслуживает упоминания также патент, в котором растворы металла и восстановителя раздельно напыляются на поверхность субстрата, где потом взаимодействуют друг с другом [534].

### **6. Оборудование и вспомогательные материалы**

На гальваническом предприятии повышения качества продукции при снижении ее стоимости можно достичь путем инвестиций в новое оборудование. В свою очередь, производители оборудования идут навстречу заказчику, проводя политику, ориентированную на клиента, расширяя номенклатуру покрытий и снижая потребление энергии и реактивов [344].

Широкому спектру предложенных возможностей на рынке оборудования соответствует лишь незначительное число публикаций. Описана проточная установка, включающая стадии предварительной и финишной обработки, для нанесения гальванических покрытий на тонкую проволоку,

применяемую для изготовления (электрических) контактов и тонких тросов с токоподводом в виде роликовых контактов и возможностью применения больших плотностей тока [142]. Можно осуществлять нагрев металлических деталей с помощью микроволн, если имеются в распоряжении подходящие индукторы [246]. Применение систем обратного водоснабжения позволяет экономить электроэнергию, при этом охлаждаются ванны и нагревается приточный воздух [539]. Тампонный (селективный) метод электроосаждения может быть роботизирован [590].

При горячем цинковании в конвейерной установке (ленточный конвейер) можно осуществлять обогрев с помощью высокопроизводительных прямых горелок [678].

Описана установка для нанесения покрытий в вакууме на пластмассовые детали [301]. Предложена гибкая универсальная система подвесок [462]. Установки для лакирования в настоящее время можно модернизировать с помощью компьютерного моделирования [247]. Высокотехнологичное оборудование не всегда обеспечивает оптимальную работу предприятия, зачастую простые решения лучше [300]. Индукционный нагрев – если это технически возможно – позволяет экономить энергию при нанесении порошковых покрытий [324]. В установках для лакирования последовательность стадий обдува, нагрева/охлаждения и освещения обуславливает расход энергии, рекомендации в отношении которого высказаны в работе [503]. Замораживания длинных трубопроводов (сжатого воздуха) можно избежать с помощью гибридных сушильных аппаратов (адсорбционных и морозильных) [460]. Представлен простой метод программирования роботов для проведения операции лакирования [603]. Представляет интерес описание стадий усовершенствования распылителей красок и порошков [371, 372].

Биологическая дезинфекция ионообменных установок и фильтров очистки сточных вод менее вредна для окружающей среды, чем химическая [459]. При использовании модифицированного ультразвука можно повлиять на трение между вращающимися деталями, и вращать, к примеру, сыпучие материалы [217].

### **7. Обработка поверхности алюминия и магния**

Успешность анодирования в значительной степени зависит от типа сплава, большое содержание кремния обуславливает образование серой пленки (налета), слишком большое – помутнение поверхности магния [72, 136]. Путем создания шероховатой поверхности и анодирования или двухступенчатого анодирования алюминия получают покрытия с гексагональными наноразмерными

ячейками [134]. Анодирование алюминия в разбавленной серной кислоте с высоким содержанием борной кислоты при больших плотностях тока приводит к образованию толстых и пористых пленок, которые служат матрицей для наноразмерных объектов [7]. Если предоставить анодному покрытию возможность самоорганизации, и материал, например, лента, достаточно гибок, на поверхности образуются выпуклые структуры [588]. Исследуется влияние вида тока и комплексобразователя на морфологию пигментированных анодных покрытий на алюминии [657] и поведение вольфрама в покрытии алюминий-вольфрам при этой обработке [340].

При двухступенчатом окрашивании анодированного алюминия осаждение никеля на пористую основу имеет решающее значение для тона цвета, одновременное применение других металлов – мало влияет на окраску [21]. Однако с помощью сульфата цинка все же можно окрашивать алюминий в черный цвет, если проводить анодную обработку в фосфорной кислоте с многократным удалением цинка и повторным оксидированием [138].

Стремясь к замене хрома(VI) при хромировании алюминия, авторы [67] исследуют процесс с использованием молибдатов, однако раствору со значительно сниженным содержанием хрома также уделяется внимание. Применяя вольфраматы, получают оксидные покрытия, которые можно стабилизировать при последующей термообработке [239]. Предложен многоступенчатый тест, с помощью которого можно установить, обеспечивает ли вновь разработанный процесс хромирования (Cr III) качество покрытий, сравнимое с традиционным, в котором применяют хром (VI), и возможно ли применение нового процесса на практике [457, 587, 589]. Между тем, многолетней практикой проверены бесхромовые покрытия для предварительной обработки перед лакированием, получаемые без промывки [17]. Для лакирования алюминия, используемого в военной продукции, подобран подходящий конверсионный процесс [494]; приведен перечень дефектов металла, приводящих к плохому качеству порошкового покрытия [537].

Плазменная обработка с применением кремнийорганических соединений позволяет получать коррозионно- и химически стойкие стекловидные покрытия [135]. Клеевые соединения алюминиевых поверхностей для применения в самолетостроении получают крепче, чем клепаные, если на стадии предобработки выполнять определенную операцию [137]. Двухступенчатый процесс с использованием силанов в качестве предварительной обработки перед склеиванием по качеству получаемой продукции равноценен классическому хромированию в растворах на основе соедине-

ний хрома (VI) [493, 568]. Термическая обработка алюминия в расплаве равномерней, если он находится в виде жидкого слоя [148].

Магний можно электролитически цинковать без угрозы цементации, если проводить двухступенчатую обработку: сначала в щелочном, а потом в кислом растворе [327]. Для обеспечения оптимальной защиты от коррозии магниевых изделий служит анодное оксидирование с применением дугового разряда в щелочном растворе и последующей операцией порошкового напыления [498]. Износостойкость магниевых поверхностей повышают с помощью нанесения хромовых диффузионных покрытий с последующим азотированием [68].

## **8. Различные методы обработки поверхности**

### **8.1. Конверсионные покрытия**

В результате сравнения различных методов фосфатирования выявлены технологические различия процессов и разные свойства получаемых покрытий – аморфных или кристаллических [125]. Для того чтобы упростить обращение с концентратами для фосфатирования, их готовят в виде водорастворимых сухих смесей [128]. Коррозионную стойкость фосфатных покрытий можно улучшить с помощью последующего окунания в раствор на основе соединений хрома(III), образующих комплексные соединения с фосфатами [489]. Для предобработки перед лакированием предложен процесс на основе соединений циркония для замены трехкатионного фосфатирования [585]. Предложен метод обработки с использованием соединений циркония и ванадия при пониженной температуре [289], возможно также использование титана [453].

Положительно зарекомендовал себя процесс пассивирования на основе хрома(III) для обработки горячеоцинкованной ленты [68]. Хорошей коррозионной стойкости хроматных пленок можно добиться путем последующей обработки в растворе на основе хрома(III) и фосфатов; по всей вероятности, это обусловлено образованием комплексных соединений хрома(III) с фосфатами [535]. Вместо хроматных покрытий могут быть применены силикатные пленки, образующиеся в растворах на основе жидкого стекла в присутствии окислителя [126, 669]. В США разработаны различные методы пассивирования без использования хрома(VI), однако более затратные, чем применявшиеся до сих пор [408, 486, 667]; аналогичное положение сложилось и в Германии [454, 668]. Предметом дискуссии является процесс, с помощью которого поверхность нержавеющей стали очищается от загрязнений и в то же время происходит образование пассивной пленки [56]. Обработка перегретым паром в условиях, предложенных в [123], не только придает стальной повер-

ности окраску, но и сопровождается образованием коррозионностойкого оксидного покрытия.

Для получения искусственной патины на меди разработан пригодный для промышленности и экономичный метод анодной обработки в карбонатном растворе [331]. Предложен способ пассивации медных покрытий в электронике в растворе органических соединений [545]. Прокаткой смеси компонентов можно получать функциональный композиционный материал с управляемыми свойствами поверхности [387].

### **8.2. Механическая металлизация, горячее цинкование, эмалирование, плазменные процессы, PVD/CVD, металлизация распылением, диффузионные покрытия**

Метод механической металлизации (цинкования) в барабанах используют прежде всего в том случае, когда необходимо избежать водородной хрупкости [18]. Можно заменить гальваническое цинкование стальных деталей нанесением цинковых покрытий в порошке, причем после обработки деталей в цинковой пыли в барабанах следует проводить их полирование в вибрационных установках [70].

Из соображений экологической безопасности для замены «мокрых» методов предлагаются «сухие» процессы, например PVD; описаны критерии выбора того или иного метода [19].

Применение горячего цинкования во Франции составляет в строительстве до 40 %, в производстве уличного хозяйства (например, фонарей) и вытяжных труб около 17,5 %, в сельском хозяйстве около 12,9 %, в транспортном деле – 10,7 % [143]. Добавление от 0,1 до 0,15 % кремния к сплавам цинк-алюминий или цинк-никель позволяет обеспечить хорошую коррозионную стойкость тонких пленок сплавов [290]. Цинковые покрытия с добавлением четырех и более легирующих компонентов (например, цинк-алюминий-никель-марганец-сурьма) не только экономичнее благодаря пониженному содержанию цинка, но и более равномерны по распределению фаз, а также обладают большей пластичностью [291, 670].

При сравнении пяти процессов горячего цинкования найдены отличия, связанные с разными способами предобработки поверхности [293], часто именно качество подготовки поверхности обуславливает состав поверхностного слоя стали и цинкового сплава [452]. Исследуется кинетика образования покрытий [294, 410, 455]. Шероховатость цинковых покрытий обусловлена образованием смеси твердого цинка и его оксидов [672]. Поверхность стали с высоким содержанием кремния можно обрабатывать методом горячего цинкования [673]. Нанесение двойного цинкового покрытия позволяет повысить коррозионную стойкость в 1,2-2,5 раза в сравнении с одинарным [671].

Благодаря различию значений диэлектрической постоянной для эмали и металла основы можно определять толщину эмалевых покрытий с помощью неразрушающего метода, описанного в [20]. Дефектность эмалевых покрытий может быть обусловлена различными причинами (особенности материала, отжиг) [71]. Технические эмалевые покрытия подходящего состава обладают высокой термостойкостью [131], хорошим сцеплением с арматурной сталью и бетоном [133] и экологически безопасны [412]. В работе [241] приведен полученный с помощью анализа материально-технических связей прогноз возможного применения эмалевых покрытий в области защиты от коррозионного растрескивания, в том числе чувствительных сплавов на основе никеля. Если эмалированную жесть и жесть из нержавеющей стали кипятить в воде, то во втором случае в воде обнаруживают больше хрома и никеля [411, 492]. В работе [413] проведен анализ отличий декоративных и технических эмалевых покрытий.

Для получения покрытий различной толщины на металлах применяется метод плазменной полимеризации (полимеризации в плазме) [82]. Этот метод используется для формирования барьерных покрытий при обработке полиэтиленовых бутылок чтобы уменьшить проницаемость пластмассы [83]. В обзоре [155] рассмотрены возможности получения функциональных поверхностей с помощью метода плазменной обработки при атмосферном давлении в соответствующем газе.

Алмазные покрытия режущих инструментов получают с помощью методов PVD/CVD [154]. Представляют интерес смазывающие покрытия  $Mo_2S$  [156].

Необходимую для получения кремниевых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) для солнечной техники комбинацию методов «мокрой» химии, вакуумных процессов, CVD, горячих процессов, а также трафаретной печати можно заменить плазменной обработкой при атмосферном давлении [245, 444]. Метод замкнутого поля разбалансированного магнетронного распыления (Closed Field Unbalanced Magnetron Sputtering - CWBMS) особенно хорошо подходит для получения покрытий TiN на стали [420, 502]. При использовании углеродных нанотрубок получают прозрачные электропроводные покрытия [465]. Пленки оксидов титана и алюминия, до сих пор получаемые только методом CVD, теперь можно получать и PVD-способом [464]. Состав покрытий TiAlC можно изменять, осуществляя контроль реакции между титаном и металлорганическим прекурсором [682].

В обзоре [292] рассмотрены области применения различных термически напыляемых покры-

тий. Термическое напыление не только обеспечивает коррозионную защиту стальных конструкций, но и повышает срок службы [130]. Трибологические свойства напыленных WC-Co-покрытий можно улучшить, если использовать наноразмерный порошок и добавить алюминий [339].

Процесс получения диффузионных покрытий никель-алюминий-хром заключается в нанесении гальванического никелевого покрытия, которое затем отжигают (подвергают термической обработке) в смеси, содержащей хром и алюминий [332]. Предложен патентованный способ науглероживания и азотирования нержавеющей стали [466].

### **8.3. Органические покрытия**

С целью достижения экономической выгоды, обеспечения качества продукции и экологической безопасности при лакировании металлических и пластмассовых деталей ведутся разработки подходящих лаков, технологии их нанесения и оборудования [600]. К важнейшим темам, обсуждаемым в публикациях, относятся сообщения об исследованиях в отношении лаков с новыми свойствами [39, 41, 189, 191, 192, 351, 365, 421, 423, 506, 507, 509, 551, 555, 556, 558, 597, 610, 615, 616, 618, 620, 691]. Предложены полиуретановые лаки, содержащие микрокапсулы с мономером, с помощью которых обеспечивается эффект «самозалечивания» пленки [190].

Описано применение роботов для промежуточных транспортировок и более сложных задач [86]. С помощью так называемой точной настройки (Fein-Tuning) можно модифицировать установки без перестраивания [87, 146]. Сообщается о применении фильтрации при порошковом лакировании [147] и использовании ее для уменьшения выпадения VOC [261], а также для регенерации водорастворимых лаков [194, 510]. Представлены экономичные решения в отношении подвода и отвода воздуха [352], проанализированы требования к крупногабаритным установкам [354] и массивным деталям [511, 685]. При обработке тяжелых деталей оправдано однорядное размещение ванн по прямой линии, обслуживаемой роботами [619]. Зачастую возникают проблемы при обработке кольцевых проводников, для которых подходят не все лаки [357]. При переходе на новый способ получения покрытий следует принимать во внимание определенные правила [362, 601]. Преимущества и недостатки пластмассовых кабин обсуждаются в работе [469], так же как и возникающие при дозировке лаков проблемы [557], возможности оборудования [608] и другие проблемы [602, 605, 609]. Отверждение с помощью инфракрасного [88, 353, 553] и ультрафиолетового [262, 424, 452] излучения требует специальных мер.

Технологические параметры процессов нанесения и их влияние на экономичность и качест-



во продукции проанализированы в [195, 196, 204]. На конкретных примерах обсуждаются применение методов лакирования напылением [207, 256, 355], электрофоретического лакирования [259, 304, 686], электростатического нанесения покрытий (нанесения покрытий в электростатическом поле) [260, 359] и порошкового лакирования [305, 369, 512, 549, 550, 552, 607, 611, 623]. Предложен процесс для обработки небольших партий с частой сменой окраски, в котором нанесение покрытий производится в псевдооживленном слое [625], описаны преимущества и недостатки удаления лаков в псевдооживленном слое [299] и с помощью лазера [356]; обсуждаются критерии выбора способа снятия лакокрасочных покрытий [370].

Основной вклад в стоимость процесса лакирования вносят затраты энергии и расход лаков [366]; вклад этих факторов определяется выбором процесса и оборудования [367, 467, 508]. С помощью технологических мер удастся уменьшить избыточное распыление краски по площади, что позволяет сэкономить до 50 % стоимости [596]. Рециркуляция лака внутри установки [613], как и мероприятия по соблюдению номинальной толщины покрытий [617], а также технология быстрого изменения окраски [624] позволяют снизить стоимость продукции.

Пластмассовые детали для автомобилей должны быть изготовлены из допускающих большую термическую нагрузку материалов и покрыты лаком, как и кузова [89]. Лакирование изделий из легких металлов (сплавов) описано в [560], существующая для большинства поставщиков проблема различных оттенков окраски деталей, а также методы разработки «гибких» процессов лакирования обсуждаются в [90, 91]. Применение лаков горячей сушки в комбинации с цинковыми покрытиями позволяет обеспечить защиту от коррозии при экстремальных условиях [183, 296, 506]. Зеркальную лакированную поверхность велосипедных рулей получают восстановлением солей серебра [621]. Этот и другие способы применения обсуждаются в работе [205].

Для обеспечения высокого качества продукции необходимо избегать образования полос [255] и включения пыли в слой лака [368]. На конкретном примере [606] показано, как значительно сократить долю брака с помощью ультразвука.

### **9. Контроль качества**

В настоящее время мероприятия по контролю качества внедрены на стадиях разработки, конструирования и включены в технологию. Обеспечение качества продукции на современном уровне подразумевает не только контролирование свойств получаемых изделий, но и текущий контроль с помощью прецизионных методов [200]. Кро-

ме того, предложено проводить контроль заработной платы и осуществление внешнего наблюдения [434]. Для этого организовано награждение промышленных покрытий печатью общества качества (Qualitätsgemeinschaft industrieller Beschichtungen (QIB)) [630].

Распределение элементов в поверхностном слое устанавливают с помощью дорогостоящих аналитических методов [263, 471]. Применение статистического планирования экспериментов позволяет ограничить количество опытов при установлении взаимосвязи между технологическими параметрами и свойствами покрытий [75]. Коррозионная стойкость многослойных никелевых покрытий зависит от склонности к растрескиванию и обратно пропорциональна толщине покрытия [166]. Поскольку использовавшаяся ранее аппаратура для определения износостойкости позволяет учитывать только механическую нагрузку, разработан метод для определения вклада химической и электрохимической коррозии [198]. Проведение измерений в наноразмерной и субнаноразмерной областях можно проводить с помощью емкостных измерительных систем [199]. Оптические методы в комбинации с трехмерной визуализацией (трехмерным графическим представлением) позволяют проводить оценку качества обработки поверхности [513]. С помощью Online-методов можно осуществлять аналитический контроль процесса осаждения сплава цинк-никель, например, определять содержание металлов ренгенофлуоресцентным методом или концентрацию органических компонентов - методом НРСИ [76]. Описан метод определения электрохимических свойств фосфатных покрытий [432]. Содержание водорода в металлах определяется по проникающей способности [430]. О свойствах твердых хромовых покрытий судят по плотности микротрещин [631].

Пригодность метода, описанного в [197, 206], для определения чистоты поверхности зависит от вида загрязнений. Наличие остаточных загрязнений устанавливается с помощью оптического микроскопа [99, 373].

С помощью отпечатка, сделанного при определении твердости по Виккерсу, можно определить вязкость, пластичность и хрупкость электроосажденных никелевых покрытий [42, 627]. При определении твердости гальванических покрытий по Виккерсу для получения сопоставимых (сравнимых) результатов нужно использовать измененную методику расчетов [626].

Для определения внутренних напряжений кроме способа определения относительного удлинения полос имеется еще три метода, сравниваемых в [44]. Использование программы визуализации упрощает аналитическую оценку шлифов

под микроскопом при определении толщины покрытий [45]. При применении магнитно-индуктивных методов возможность оцифровки получаемых данных в измерительном зонде не доказана [96, 208]. Данных, полученных с помощью анализа шлифов, достаточно для определения толщины тонких покрытий [374].

Отрыв полосок, до сих пор бывший единственным объективным методом для определения прочности сцепления, заменяется новым способом проведения испытаний в центрифуге [45]; непрямые методы из-за большого числа факторов позволяют провести только сравнительную оценку [94], возможность применения рентгенофлуоресцентного метода обсуждается в [202].

Для оценки коррозионной стойкости лаковых систем используется явление хемилюминесценции [происходящее вследствие окисления на молекулярном уровне] [95]. При искусственном старении важное значение имеют чередующиеся сухие/влажные циклы и величина pH [375]. В работе [431] обсуждается информативность (значимость) испытаний методом солевого тумана. В случае кораблей и больших конструкций контроль осуществляют на суше путем периодических измерений толщины покрытий с помощью стационарно установленных приборов и передачи информации по радиосвязи [470]. Сообщается о влиянии времени экспозиции на местную (нитевидную) коррозию [628].

Хорошего сцепления пластмассовых покрытий во внутренних полостях легковых автомобилей можно достичь, контролируя поверхностные напряжения [98]. С помощью теста с использованием метилэтилкетона можно установить, затвердел ли лак [554]. Нанесение надрезов на покрытиях, полученных методами CVD и PVD, позволяет получить наглядную картину коррозии [307]. Вискозиметры для определения плотности масла необходимо регулярно калибровать [97, 203].

#### **10. Защита окружающей среды, очистка сточных вод, рециркуляция, техника безопасности**

Для обеспечения экологической безопасности проводится внедрение стабильных органических растворителей для обезжиривания в закрытых (замкнутых) установках, что позволяет избежать сложностей, связанных с образованием озона и горючестью нестабильных растворителей [48]. Представляет интерес изучаемое в настоящее время процесс получения тяжелых металлов из их руд биологическим способом [210]. Для сокращения эмиссии (ценных бумаг) на лакокрасочных предприятиях создают совещательные комиссии [473].

Новому Европейскому законодательству «REACH» и так называемым China-REACH пос-

вящен ряд публикаций [516, 517, 632, 638, 642]\*. Описана биологическая очистка воды с помощью ультрафиолетового излучения [641] и фильтрация от мелкой пыли с помощью нановолокон [690]. Обсуждается актуальная тема применения диоксида углерода в качестве осадителя [515].

Безопасны и удобны в носке вновь разработанные полумаски, позволяющие в индивидуальном порядке подбирать температуру и влажность [49].

##### **10.1. Очистка сточных вод**

Для оптимизации промывок на гальванических предприятиях и для уменьшения количества сточных вод используют возможности программного пакета MathCAD [376]. Обсуждается метод выпаривания сточных вод под вакуумом для удаления вредных продуктов [689]. Описана установка [266] для оптимизации очистки сточных вод непосредственно по месту, состоящая из четырех химических стаканов с мешалками, так называемый Becherglas-Tester.

Обзор важнейших применяемых в гальванотехнике комплексообразователей показывает, что их можно с помощью физических, химических, электрохимических и биологических методов переводить в безвредные растворимые или выпадающие в осадок формы [100, 598, 637]. Обсуждаются оптимальные комбинации процессов, необходимых для обработки сточных вод [379]. Соединения хрома(VI) в водном растворе восстанавливают дитионитом в проточных резервуарах, образующийся хром(III) выпадает в виде гидроксида [264].

##### **10.2. Рециркуляция**

Предложен процесс переработки гальванического шлама в силикатные краски с помощью жидкого стекла и карбамида, а также бутадиестирола (латекса) [47]. Из ванн хромирования загрязняющие металлы лучше всего удаляются с помощью мембранного электролиза [101]. Срок службы травильного раствора для нержавеющей стали, ограниченный из-за накопления растворенных металлов, можно продлить с помощью методов диффузионного диализа, и нанофильтрации [149]. При регенерации обезжиривающих растворов отделение масла за счет создаваемого водоструйным насосом разрежения эффективнее, чем за счет взаимодействия с коалесцирующими осадителями или с помощью сливных желобов [212].

Рекуперация (регенерация) металлов, например, из оцинкованных стальных деталей представляет интерес не только благодаря ценности (стоимости) металла: выделенный цинк требует

---

\* Подробнее о законодательстве «REACH» см. на интернет-сайте [www.galvanicrus.ru](http://www.galvanicrus.ru) в разделе «Техническое регулирование»

только 5 % энергии, которая необходима для получения этого металла из руды [306].

Никельсодержащие сточные воды освобождают от органических компонентов и одновременно концентрируют для дальнейшего использования [377]. Представлен оптимальный процесс для рекуперации никеля из разбавленных промывных вод [435]. Для рекуперации цинка предложено сконцентрированный в накопителях металл осаждать электрохимическим способом в специальных подвешенных мембранных ячейках [378].

Исследуются оптимальные параметры электролитической рекуперации никеля из разбавленных растворов [635]. Из нитратных растворов с помощью меди выделяют серебро [640].

### **10.3. Отработанный воздух**

Отходящий воздух от ванн обезжиривания на основе полибромида, предложенного в настоящее время в США как альтернативного хлороуглеводородам с точки зрения экологии, можно эффективно очищать с помощью активированного угля [211]. Сравнивают мероприятия, проводимые с целью снижения выделения вредных веществ при очистке и обезжиривании [214]. Сжигание отходящего воздуха можно заменить процессом биологической очистки [639].

### **11. Коррозия и защита от коррозии**

Защиту от коррозии наряду с обеспечением декоративных, а также функциональных свойств относят к важнейшим задачам в области применения гальванических покрытий. Количество комбинаций с другими методами обработки поверхности постоянно возрастает. Этому способствует классификация различных видов и механизмов коррозии [653].

Согласно работе [31], лучшую коррозионную защиту титана в самолетостроении обеспечивает нанесение комбинации PVD- и гальванических покрытий. Некоторые легированные алюминием виды сталей обладают тем большей коррозионной стойкостью, чем меньше содержание алюминия [33]. Коррозию и образование усов на электрических разъемах можно подавлять с помощью специального антикоррозионного спрея [547]. Исследуются механизмы защиты от коррозии сталей с помощью многослойных никелевых покрытий [548], процесса наплавления [674] и напыляемых покрытий никель-алюминий [684].

Изучение контактирующих элементов железо/алюминий в теплообменниках показало, что они защищены от коррозии [92]. Для защиты от коррозии в промышленном климате (архитектурных) конструкций, находящихся под напряжением, лучше всего использовать (покрытие) алюминий-цинк-магний [499]. Искусственная патина обеспечивает достаточную (удовлетвори-

тельную) защиту при коррозионных испытаниях в атмосферных условиях [501]. Литые цилиндры в (Otto)-моторах защищают от контактной коррозии, возникающей вследствие повреждений поверхностной пленки, с помощью эпоксидной дисперсии, отверждаемой при нагревании [500].

Среди силикатных покрытий, образующихся при взаимодействии жидкого стекла с солями металлов, лучшую защитную способность проявляют силикаты железа и марганца [32]. В случае испарителей кондиционеров (установок для кондиционирования воздуха) оправдано применение пассивных пленок, не содержащих (VI) [425]. Показано [164], что при обработке кузовов автомобилей приемлемо по стоимости образование праймеров (первый слой - Primerschicht) на стадии предварительной химической обработки.

Защиту от коррозии больших конструкций на открытом воздухе [35] предложено обеспечивать с помощью специализированных предприятий [34, 165]. Ветровые колеса (ветряки) защищают с помощью полиуретановых покрытий в комбинации с катодной защитой [84]. Специальные институты оценивают эффективность коррозионной защиты в общеэкономических масштабах и разрабатывают коррозионнозащитные системы для стальных конструкций и других областей применения [157-163, 347, 426, 429].

#### **Литература:**

- [1] Anon.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 3, S. 10-12
- [2] Krammer, R.: email 55 (2007) 3, S. 47-50
- [3] Nakonieczny, A. et al; Lena, R: Inzynieria Powierzchni 2006,3, S. 3-7
- [4] Talbert, R.: Products Finishing 71 (2007) 10, S. 24-28
- [5] Fallot, J.-F.: JOT 47 (2007) 8, S. 60-63
- [6] Anon.: JOT 47 (2007) 7, S. 36-39
- [7] Anon.: JOT 47 (2007) 7, S. 40-44
- [8] Brooman, F. W.: Plating & Surface Finishing 94 (2007) 7, S. 54-57
- [9] Thiemig, D. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2103-2112
- [10] Schario, M.: Metal Finishing 105 (2007) 6, S. 21-27
- [11] Winogradov, S. S.: galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 2, S. 48-49
- [12] Schulze, N.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2096-2102
- [13] Bojadieva, Tz. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2119-2122
- [14] Lalane, M. et al.: galvano oigano 2007, Nr. 767, S. 21-24
- [15] Freudenberg, R.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2123-2131

- [16] Gadzhov, I. et al.: Metal Finishing 105 (2007) 6, S. 33-36
- [17] Kassing, B. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2248-2250
- [18] Anon.: Plating & Surface Finishing 94 (2007) 7, S. 16-17
- [19] Legg, K.: Plating & Surface Finishing 94 (2007) 7, S. 64-68
- [20] Hinken, J. A. et al.: email 55 (2007) 4, S. 58-61
- [21] Arurault, I. et al.: galvano organo 2007, Nr. 767, S. 40-42
- [22] Dahlhaus, M.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2113-2116
- [23] Stecker, C.: JOT 47 (2007) 9, S. 28-32
- [24] Kuntz, B.: SMM 108 (2007) 8, S. 18-22
- [25] Anon.: Metalloberflaeche 61 (2007) 9, S. 28-29
- [26] Hermsdorf, J.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2272-2274
- [27] Schilliner, H. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2256-2258
- [28] Szyszka, B. et al.: JOT 47 (2007) 9, S. 56-60
- [29] Mueller, M. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2515-2520
- [30] Beer, T.: JOT 47 (2007) 9, S. 60-62
- [31] Ruimi, M.: galvano organo 2007, Nr. 767, S. 25-28
- [32] Kolak, W.: ochrona przed korozja (2007) 2, S. 45-49
- [33] Gebulski, J. et al.: ochrona przed korozja (2007) 12, S. 62-65
- [34] Baraniak, A. et al.: ochrona przed korozja (2007) 3, S. 71-73
- [35] Budyh, L. et al.: ochrona przed korozja (2007) 3, S. 80-82
- [36] Dieffenbach, S.: PLUS 9 (2007) 9, S. 1629-1631
- [37] Nakahara, H.: PLUS 9 (2007) 9, S. 1655-1662
- [38] Boehme, D.: PLUS 9 (2007) 9, S. 1743-1753
- [39] Dinissen, T.: ochrona przed korozja (2007) 5, S. 210-215
- [40] Gluszko, M. et al.: ochrona przed korozja (2007) 5, S. 216-220
- [41] Hajas, J. et al.: ochrona przed korozja (2007) 5, S. 233-236
- [41a] Anon.: JOT 47 (2007) 9, S. 4Φ45
- [42] Sultan, S.: Metal Finishing 105 (2007) 6, S. 28-31
- [43] Song, M. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2388-2392
- [44] Romankiewicz, L. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2366-2376
- [45] Kalabisowa, E. et al.: ochrona przed korozja (2007) 2, S. 66-69
- [46] Beck, U.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2377-2387
- [47] Rasgorov, P. B. et al.: galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 2, S. 42-44
- [48] Durkee, J. B.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2132-2137
- [49] Anon.: besser lackieren 7 (2008) 14, S. 6
- [50] Weiner, M.: SMM 108 (2007) 14/15, S. 74-75
- [51] Szczepanaka, B.: ochrona przed korozja (2007) 3, S. 90-92
- [52] Wuenning, J. G.: Heat Treating Progress 7 (2007) 6, S. 37-42
- [53] Anon.: JOT 47 (2007) 7, S. 46-47
- [54] Davidson, A. D.: Metal Finishing 105 (2007) 7/8, S. 70-75
- [55] Schulz, D.: JOT 47 (2007) 9, S. 82-84
- [56] Magee, J. H. et al.: Products Finishing 71 (2007) 11, S. 32-36
- [57] Schulz, D.: JOT 47 (2007) 9, S. 286-288
- [58] Carson, J. C.: Products Finishing 71 (2007) 11, S. 22-26
- [59] Thoene, K. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2650-2652
- [60] Solodkova, L. N. et al.: galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15(2007)2, S. 23-28
- [61] Nelujkin, W. N. et al.: zascita metallov 43 (2007) 4, S. 418-420
- [62] Procenko, V. S. et al.: zascita metallov 43 (2007) 4, S. 429-439
- [63] Andrejev, I. N. et al.: galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 2, S. 16-22
- [64] Pavlovskij, J. A.: zascita metallov 4 (2007) 3, S. 303-306
- [65] Kornosky, R. et al.: Plating & Surface Finishing 93 (2006) 9, S. 18-19
- [66] Klotz, A.: Galvanotechnik 98 (2007) 9, S. 2644-2649
- [67] Olejnik, S. W. et al.: zascita metallov 4 (2007) 3, S. 42-48
- [68] Petrov, V. D. et al.: stal 76 (2007) 6, S. 82-83
- [69] Vojtech, D.: aluminium 83 (2007) 9, S. 72-75
- [70] Destefani, J.: Products Finishing 71 (2007) 10, S. 20-23
- [71] Weisenhaus, W.: email 55 (2007) 4, S. 61-65
- [72] Lendl, G.: JOT 47 (2007) 9, S. 74-78
- [73] Vollrath, K.: Metalloberflaeche 61 (2007) 9, S. 22-24
- [74] Horsthemke, H.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2655-2658

- [75] Holeczek, H. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2638-2643
- [76] Blittersdorf, R. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2630-2637
- [77] Bonss, S.: Metalloberflaeche 62 (2007) 9, S. 34-36
- [78] Pandher, R. et al.: PLUS 9 (2007) 9, S. 1755-1762
- [79] Feyerabend, V.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1890-1893
- [80] Loechel, B. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2816-2822
- [81] Huelsenberg, D. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2516-2520
- [82] Ihde, J. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2794-2803
- [83] Micheli, W. et al.: Metalloberflaeche 61 (2007) 9, S. 10-11
- [84] Stenzel, V. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2508-2513
- [85] Loehner, H.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2784-2789
- [86] Svejda, P.: JOT 47 (2007) 9, S. 38-42
- [87] Anon.: JOT 47 (2007) 9, S. 24-26
- [88] Bopp, M.-L.: JOT 47 (2007) 9, S. 34-36
- [89] Scheffele, G.: JOT 47 (2007) 9, S. 20-22
- [90] Somborn, R.: Farbe und Lack 113 (2007) 9, S. 54-55
- [91] Trommer, G.: Metalloberflaeche 62 (2007) 9, S. 12-27
- [92] Jesenin, W. N. et al.: zascita metallov 43 (2007) 4, S. 390-395
- [93] Ondratschek, D.: JOT 47 (2007) 7, S. 24
- [94] Rasche, M.: JOT 47 (2007) 9, S. 46-49
- [95] Krueger, S. et al.: Farbe und Lack 113 (2007) 9, S. 46-49
- [96] Scherzinger, B. et al.: JOT 47 (2007) 9, S. 68-72
- [97] Gehm, L.: besser lackieren 7 (2005) 4, S. 12
- [98] Rulison, C. et al.: Metalloberflaeche 61 (2007) 9, S. 31-32
- [99] Juergen, P.: JOT 47 (2007) 10, S. 54-58
- [100] Gruenwald, E. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2394-2404
- [101] Moran, R.: Galvanotechnik 98 (2007) 11, S. 2825-2827
- [102] Sikirica, S. et al.: Heat Treating Progress 7 (2007) 5, S. 28-29
- [103] Ameling, D. et al.: stahl und eisen 127 (2007) 8, S. 14-21
- [104] Jupp, K.: stahl und eisen 127 (2007) 8, S. 117-119
- [105] Winkel, P.: Galvanotechnik 98 (2007) 10, S. 2540-2544
- [106] Andziak, J. et al.: ochrona przed korozja (2007) 3, S. 74-79
- [107] Anon.: Metalloberflaeche 61 (2007) 10, S. 4(M2)
- [108] Thomassen, H. et al.: Metalloberflaeche 61 (2007) 10, S. 44-45
- [109] Manger, O.: Metalloberflaeche 61 (2007) 10, S. 48-50
- [110] Lander, H.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 2936-2940
- [111] Fallot, J.-F.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 4, S. 11-13
- [112] Venz, R. et al.: JOT 47 (2007) 9, S. 64-67
- [113] Romankiewicz, K. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 2906-2919
- [114] Heber, J.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 2931-2835
- [115] Campbell, K. A. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 237-244
- [116] Tuaweri, T. J. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 245-253
- [117] Addach, H. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 4, S. 187-193
- [118] Juodkazyte, J. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 4, S. 194-201
- [119] Naruskevicius, I. et al. Trans. IMF 85 (2007) 4, S. 207-211
- [120] Rashwan, S. M.: Trans. IMF 85 (2007) 4, S. 217-224
- [121] Atanassov, N. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 94-98
- [122] Jelinek, T. W.: galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 3, S. 10-28
- [123] Feldbauer, S. L.: Heat Treating Progress 7 (2007) 6, S. 51-55
- [124] Checmanowski, J. G. et al.: ochrona przed korozja (2007) 7, S. 290-292
- [125] Rudy, S. F.: Plating & Surface Finishing 94 (2007) 9, S. 10-11
- [126] Dikinis, V. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 87-93
- [127] Saremi, M. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 99-102
- [128] Girinov, O. S. et al.: galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 3, S. 49-55
- [129] Anon.: baender bleche rohre 48 (2007) 6, S. 82-83
- [130] Wysokowski, A.: Inzynieria Powierzchni 2007,1, S. 39-47
- [131] Behler, F. J.: JOT 47 (2007) 10, S. 76-80
- [132] Raupach, W. et al.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 4, S. 7-9
- [133] Hackler, C. L. et al.: email 55 (2007) 5, S. 74-78
- [134] Thomas, P. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 4, S. 212-216
- [135] Beer, T.: JOT 47 (2007) 9, S. 60-62
- [136] Anon.: JOT 47 (2007) 9, S. 74-76

- [137] Petrie, S.: Metal Finishing 105 (2007) 9, S. 49-56
- [138] Liang, C. H. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 159-163
- [139] Wagener, M.: Metalloberflaeche 61 (2007) 10, S. 21-23
- [140] Griffiths, K.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 235-236
- [141] Klassert, A.: Metall 61 (2007) 11, S. 705-707
- [142] Manasterski, C.: galvano organo 2007, Nr. 796, S. 27-30
- [143] Lena, P.: galvano organo 2007, Nr. 796, S. 58-60
- [144] Ferguson, K.: Metal Finishing 105 (2007) 10, S. 44-45
- [145] Hekli, M.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 5, S. 26-28
- [146] Anon.: JOT 47 (2007) 9, S. 24-26
- [147] Hope, T.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 3-6
- [148] Chaudhury, S. K. et al.: Heat Treating Progress 7 (2007) 6, S. 29-33
- [149] Roegener, F. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 2921-2928
- [150] Isenburg, T.: JOT 47 (2007) 11, S. 68-73
- [151] Destefani, J.: Products Finishing 71 (2007) 13, S. 28-31
- [152] Destefani, J.: Products Finishing 71 (2007) 13, S. 36-39
- [153] Dim, E.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 3068-3072
- [154] Anon.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 5, S. 14-15
- [155] Lommatzsch, U. et al.: JOT 47 (2007) 11, S. 52-55
- [156] Onate, J. I. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 75-82
- [157] Nakonieczny, A.: Inzynieria Powierzchni 2007, 1, S. 3-7
- [158] Milewski, W.: Inzynieria Powierzchni 2007, 1, S. 8-14
- [159] Baraniak, A. S. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007, 1, S. 15-21
- [160] Krolikowka, A.: Inzynieria Powierzchni 2007, 1, S. 22-28
- [161] Sokolski, W.: Inzynieria Powierzchni 2007, 1, S. 29-33
- [162] Mueller, M.-A. et al.: stahl und eisen 127 (2007) 10, S. 47-51
- [163] Blaszczyk, T. et al.: ochrona przed korozja (2007) 7, S. 274-280
- [164] Heimes-Scheller, A.: stahl und eisen 127 (2007) 10, S. 70-72
- [165] Grand, S.: Metallbau 2007, 10, S. 38-39
- [166] Fetahovic, A.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 5, S. 8-10
- [167] Smith, P. et al.: Metal Finishing 105 (2007) 9, S. 62-70
- [168] Strixner, St.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 3060-3065
- [169] Mueller, D.: PLUS 9 (2007) 10, S. 851-1855
- [170] Braning, R.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1858-1863
- [171] Friedrichkeit, H.-J.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1871-1874
- [172] Wessling, P. et al.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1876-1880
- [173] Schulze, N.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1993-1889
- [174] Katlewski, R.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1895-1896
- [175] Wege, S.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1986-1990
- [176] Albrecht, H. J.: PLUS 9 (2007) 10, S. 1991-2002
- [177] Novikov, A. et al.: PLUS 9 (2007) 10, S. 2004-2007
- [178] Fukumuro, N. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 111-112
- [179] Rogoschin, V. V.: Galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 3, S. 36-42
- [180] Gilardoni, R.: PLUS 9 (2007) 11, S. 2221-2222
- [181] Petrie, E. M.: Metal Finishing 105 (2007) 7/8, S. 85-93
- [182] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 14, S. 4-5
- [183] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 14, S. 7
- [184] Schweizer, S.: besser lackieren 7 (2005) 14, S. 16
- [185] Decker, O. et al.: Products Finishing 71 (2007) 11, S. 28-31
- [186] Bordzilowski, J.: Inzynieria Powierzchni 2007, 1, S. 34-38
- [187] Merz, S.: JOT 47 (2007) 10, S. 60-63
- [188] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 64-68
- [189] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 74-75
- [190] Tillner, S. et al.: Farbe und Lack 113 (2007) 10, S. 35-41
- [191] Somborn, R.: Farbe und Lack 113 (2007) 10, S. 66-68
- [192] Bailly, S. et al.: galvano organo 2007, Nr. 788, S. 32-36
- [193] Anon.: galvano organo 2007, Nr. 788, S. 38-41
- [194] Anon.: galvano organo 2007, Nr. 788, S. 44-48
- [195] Herrmann, T.: galvano organo 2007, Nr. 788, S. 50-51
- [196] Hope, P.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 72-73

- [197] Vohrer, U.: Metalloberflaeche 61 (2007) 9, S. 40-44
- [198] des Santos, C. B. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 2945-2952
- [199] Schulze, B. et al.: Metalloberflaeche 61 (2007) 10, S. 26-27
- [200] Pavelka, J.: Metal Finishing 105 (2007) 10, S. 22-28
- [201] Sultan, S.: Metal Finishing 105 (2007) 10, S. 29-31
- [202] Biligiri, S.: Metal Finishing 105 (2007) 10, S. 33-36
- [203] Gehm, L.: JOT 47 (2007) 11, S. 74-76
- [204] Rasche, M.: JOT 47 (2007) 9, S. 46-49
- [205] Szyszka, B. et al.: JOT 47 (2007) 9, S. 56-59
- [206] Anon.: JOT 47 (2007) 8, S. 52-57
- [207] Bonner, M. R.: Metal Finishing 105 (2007) 10, S. 37-42
- [208] Scherzinger, B. et al.: JOT 47 (2007) 9, S. 68-72
- [209] Vermeijlen, J. J. T. T. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 68-69
- [210] Rohwerder, T.: Metall 61 (2007) 11, S. 702-704
- [211] Mcchesney, J.: Metal Finishing 105 (2007) 9, S. 33-38
- [212] Anon.: Metal Finishing 105 (2007) 9, S. 40-44
- [213] Sueeak, M.: Trans. IMF 85 (2007) 4, S. 184-185
- [214] Rowbotham, J.: Trans. IMF 85 (2007), S. 180-183
- [215] Riester, H.: PLUS 9 (2007) 9, S. 1766-1768
- [216] Lauer, A. et al.: Galvanotechnik 98 (2007) 12, S. 3099-3102
- [217] Anon.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 5, S. 12-13
- [218] Anon.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 5, S. 16-17
- [219] Andziak, J.: ochrona przed korozja (2007) 3, S. 96-100
- [220] Anon.: JOT 47 (2007) 9, S. 78-80
- [221] Niemczewski, B.: Trans. IMF 85 (2007) 4, S. 202-296
- [222] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 28-31
- [223] Thimmesch, B.: JOT 47 (2007) 10, S. 4<M4
- [224] Weber, R.: JOT 47 (2007) 10, S. 92-94
- [225] Stall, H. X.: JOT 47 (2007) 10, S. 88-90
- [226] Jelinek, T. W.: Galvanotechnik 99 (2008) 1, S. 34-62
- [227] Kurtz, O. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 1, S. 74-80
- [228] Gabe, D. R.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 72-74
- [229] Smirnov, K. N. et al.: galvanotekhnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 3, S. 43-48
- [230] Schuch, H.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 4, S. 16-19
- [231] Lansard, J. L. et al.: galvano organo 2007, Nr. 796, S. 31-35
- [232] Fhima, J. et al.: galvano organo 2007, Nr. 796, S. 55-57
- [233] Lampke, T. et al.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 5, S. 18-22
- [234] Guenther, J.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 5, S. 23-25
- [235] Pavlov, M. R. et al.: zascita metallov 43 (2007) 5, S. 503-509
- [236] Halmdienst, M. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 322-326
- [237] Vrublevskaya, O. N. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 254-259
- [238] Chen, H. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 270-273
- [239] Rudnev, W. S. et al.: zascita metallov 43 (2007) 5, S. 510-514
- [240] Gietzelt, T.: Galvanotechnik 99 (2008) 1, S. 204-211
- [241] Behler, F.-J.: JOT 47 (2007) 10, S. 76-80
- [242] Stegmaier, T.: Steriltechnik 7 (2007) 2, S. 29-30
- [243] Pietschmann, J.: JOT 47 (2007) 11, S. 42-47
- [244] Schuetz, A. et al.: JOT 47 (2007) 11, S. 48-50
- [245] Dani, I. et al.: Metalloberflaeche 61 (2007) 11, S. 20-21
- [246] Sisson, R. et al.: Heat Treating Progress 7 (2007) 7, S. 18-19
- [247] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 19, S. 5
- [248] Danzinger, M. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 1, S. 70-73
- [249] Wolz, W.: PLUS 9 (2007) 11, S. 2106-2111
- [250] Afshari, S.: PLUS 9 (2007) 11, S. 2210-2214
- [251] Gasch, M.: PLUS 9 (2007) 11, S. 2136-2139
- [252] van der Pas, F. et al.: PLUS 9 (2007) 11, S. 2153-2160
- [253] Roesch, M. et al.: PLUS 9 (2007) 11, S. 2175-2179
- [254] Anon.: galvano organo 2007, Nr. 788, S. 25-28
- [255] Somborn, R.: Farbe und Lack 113 (2007) 11, S. 54-55
- [256] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 18, S. 5



- [257] Friedrich, K.: besser lackieren 7 (2005) 18, S. 5
- [258] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 18, S.6
- [259] Talbert, R.: Products Finishing 71 (2007) 13, S. 22-26
- [260] Anon.: JOT 47 (2007) 11, S. 22-24
- [261] Wolf, H. J. et al.: JOT 47 (2007) 11, S. 26-27
- [262] Anon.: JOT 47 (2007) 11, S. 29-30
- [263] Memmert, U. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 1, S. 63-69
- [264] Ecker, M.: Galvanotechnik 99 (2008) 1, S. 218-223
- [265] Neumaier, R.: aluminium 83 (2007) 11, S. 48-51
- [266] Seidon, J.: Metal Finishing 105 (2007) 11, S. 22-33
- [267] Dennis, P. et al.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 4, S. 20-22
- [268] Bottke, D.: JOT 47 (2007) 10, S. 82-86
- [269] Durkee, J.: Metal Finishing 105 (2007) 10, S. 48-49
- [270] Anon.: JOT 47 (2007) 9, S. 78-80
- [271] Anon.: SMM 108 (2007) 25/26, S. 84-87
- [272] Anon.: Metall 61 (2007) 12, S. 820
- [273] Ohsaka, T. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 265-269
- [274] Ohsake, T. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 260-264
- [275] Tang, P. T.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 51-56
- [276] Rudnik, E. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 82-86
- [277] Mangolini, E. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 27-33
- [278] Suryanto, T. S. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 34-39
- [279] Leisner, P. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 40-45
- [280] Suarez, C. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 46-50
- [281] Bozzini, S. A. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 123-134
- [282] Assoul, M. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 135-140
- [283] Gadzhov, E. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 141-146
- [284] Ravindran, V. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 153-158
- [285] Vairamuthu, R. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 162-165
- [286] Vez, R. et al.: JOT 47 (2007) 9, S. 64-67
- [287] Subramanian, M. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 274-280
- [288] Jiang, H. Y. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 2, S. 103-196
- [289] Klingenberg, C. et al.: Metal Finishing 105 (2007) 9, S. 28-30
- [290] Liberski, P. et al.: Inzynieria Powieizchni 2007,2, S. 3-8
- [291] Weselowski, J. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 9-16
- [292] Raduszkiewicz, K. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 17-23
- [293] Kobus, J. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 39-47
- [294] Kopycinski, D. F. et al.: ochrona przed korozja (2007) 11, S. 426-430
- [295] Wilcox, G. D.: Trans. IMF 85 (2007) 1, S. 8-13
- [296] Krollmann, N.: cav 40 (2007) 3, S. 30-31
- [297] Blasek, G.: SterilTechnik 7 (2007) 2, S. 31-33
- [298] Albrecht, H. J.: PLUS 9 (2007) 11, S. 2257-2271
- [299] Bauer, M.: JOT 47 (2007) 11, S. 64-65
- [300] Svejda, P.: JOT 47 (2007) 9, S. 20-22
- [301] Anon.: JOT 47 (2007) 12, S. 12-16
- [302] Scheffells, G.: JOT 47 (2007) 9, S. 38-42
- [303] Somborn, R.: Farbe und Lack 113 (2007) 12, S. 51-52
- [304] Hope, P.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 120-122
- [305] Perk, V.: JOT 47 (2007) 8, S. 28-32
- [306] Anon.: Metall 61 (2007) 12, S. 817
- [307] Berthout, G. et al.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 6, S. 16-18
- [308] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 4+45
- [309] Paul, J.: JOT 47 (2007) 10, S. 54-58
- [310] Redaktion AIFM: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 17/58 (2007) 4, S. 216-220
- [311] Buhlert, M. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 2, S. 290-300
- [312] Thimmesch, B.: JOT 47 (2007) 10, S. 40-44
- [313] Bottke, D.: JOT 47 (2007) 10, S. 82-86
- [314] Burbach, S.: Metalloberflaechе 61 (2007) 12, S. 28-29
- [315] Fallot, J.-F.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 6, S. 14-15
- [316] Mitschele, M.: JOT 47 (2007) 10, S. 34-35
- [317] Anon.: Metalloberflaechе 61 (2007) 12, S. 13-14
- [318] Hemsley, S. J. et al.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 6, S. 8-11
- [319] Kurtz, O. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 552-557
- [320] Sekar, R. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 1166-1168
- [321] Dietterle, M.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 568-576

- [322] Depczynski, W. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 70-72
- [323] Hitezebnko, D. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 55-65
- [324] Burdek, M. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 66-68
- [325] Vignal, V.: ochrona przed korozja (2007) 11, S. 421-425
- [326] Cholewa, E. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 24-31
- [327] Pokhmurska, R. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 32-38
- [328] Shibli, S. M. A. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 3, S. 147-152
- [329] Shashikala, A. R. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 6, S. 320-324
- [330] Horsthemke, H.: Metal Finishing 106 (2008) 1, S. 18-20
- [331] Fratter, D. et al.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 17/58 (2007)4, S. 204-211
- [332] Plasecki, A. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007, 3, S. 62-65
- [333] Destefani, J.: Products Finishing 71 (2007) 13, S. 23-29
- [334] Anon.: JOT 47 (2007) 9, S. 14-15
- [335] Destefani, J.: Products Finishing 71 (2007) 12, S. 18-21
- [336] Hamera, P.: ochrona przed korozja (2007) 9, S. 355-358
- [337] Blasek, G.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 562-567
- [338] Stenzel, V. et al.: galvano organo 2007, Nr. 771, S. 31-33
- [339] Basak, A. K. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 6, S. 310-315
- [340] Bungert, L. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 5, S. 306-309
- [341] Czechowski, K. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,3, S. 101-103
- [342] Luhn, R. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 700-702
- [343] Schindler, K. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 558-561
- [344] Kurcz, T. J.: Metal Finishing 105 (2007) 12, S. 127-133
- [345] Giselbrecht, S. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 2, S. 456-461
- [346] Zonin, V. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 2, S. 301-305
- [347] Novak, P. et al.: ochrona przed korozja (2007) 8, S. 338-340
- [348] Petrova, M. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 578-582
- [349] Gassch, M.: PLUS 9 (2007) 12, S. 2376-2376
- [350] Sommer, R.: PLUS 9 (2007) 12, S. 2481-2483
- [351] Zubielewicz, M.: Inzynieria Powierzchni 2007,2, S. 48-54
- [352] Anon.: JOT 47 (2007) 12, S. 18-19
- [353] Anon.: Metal Finishing 105 (2007) 12, S. 39-42
- [354] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 21, S. 8
- [355] Anon.: JOT 47 (2007) 8, S. 42-43
- [356] Ruetering, M.: JOT 47 (2007) 8, S. 50-51
- [357] Burbach, S.: JOT 47 (2007) 12, S. 20-21
- [358] Mauer, D.: JOT 47 (2007) 12, S. 28-31
- [359] Herr, C.: Metal Finishing 106 (2008) 1, S. 41M3
- [360] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 7, S. 6
- [361] Horschig, J.: besser lackieren 7 (2005) 7, S. 6
- [362] Merz, S.: JOT 47 (2007) 10, S. 60-63
- [363] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 64-68
- [364] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 70-72
- [365] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 74-75
- [366] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 20, S. 2
- [367] Svejda, P.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 6, S. 19-21
- [368] Lockwood, K.: Products Finishing 71 (2007) 15, S. 22-25
- [369] Kleineidam, U.: JOT 48 (2008) 1, S. 14-17
- [370] Krieg, M.: JOT 48 (2008) 1, S. 38-40
- [371] Trostle, J.: Products Finishing 71 (2007) 14, S. 20-27
- [372] Anon.: Products Finishing 71 (2007) 13, S. 34-35
- [373] Grimme, R. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 2, S. 330-338
- [374] Betiuk, M. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,3, S. 70-74
- [375] Hoeflaak, M. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 692-697
- [376] Netzke, M.: Galvanotechnik 99 (2008) 2, S. 306-319
- [377] Dams, S. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 2, S. 320-328
- [378] Kruglikova, E. S. et al.: galvanotecnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 4, S. 38-42
- [379] Nasini, R.: Products Finishing 71 (2007) 15, S. 12-15
- [380] Bharam, K. et al.: Indian Surface Finishing 4 (2007) 2, S. 127-130
- [381] Bhrara, K. et al.: Indian Surface Finishing 4 (2007) 2, S. 121-124
- [382] Rao, N. N.: Indian Surface Finishing 4 (2007) 2, S. 133-137
- [383] Anon.: JOT 48 (2008) 1, S. 32
- [384] Zaki, N.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 17/58 (2007) 4, S. 212-215

- [385] Hand, K.: Products Finishing 71 (2007) 15, S. 16-20
- [386] Tucker, R.: Metal Finishing 105 (2007) 12, S. 21-26
- [387] Tamler, H. E. et al.: SMM 108 (2007) 15/16, S. 64-67
- [388] Gasch, M.: PLUS 10 (2008) 2, S. 286-288
- [389] Schulz, D.: JOT 47 (2007) 12, S. 42-44
- [390] Anon.: JOT 47 (2007) 18, S. 28-31
- [391] Johnigk, C.: Metalloberflaeche 61 (2007) 11, S. 24-27
- [392] Schmidt, N.: Metalloberflaeche 61 (2007) 11, S. 28-31
- [393] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 7, S. 19
- [394] Anon.: JOT 47 (2007) 10, S. 36-38
- [395] Carpenter, E. G. S. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 6, S. 298-305
- [396] Burling, S. et al.: Products Einishing 71 (2007) 14, S. 24-28
- [397] Napolitano, D.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 17/58 (2007) 5, S. 268-275
- [398] Sadojskin, A. A. et al.: Galvanotekhnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007)4, S. 10-17
- [399] Poganowa, N. W. et al.: galvanotekhnika i obrabotka poverchnosti 15(2007)4, S. 19-24
- [400] Saito, F. et al.: Metal Finishing 105 (2007) 12, S. 34-38
- [401] Baudrand, D. W.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 17/58 (2007) 5, S. 277-287
- [402] Hajduga, M. et al.: ochrona przed korozja (2007) 6, S. 22-26
- [403] Dietrich, K.: PLUS 10 (2008) 1, S. 87-90
- [404] Orduz, M.: Metal Finishing 106 (2008) 1, S. 22-26
- [405] Vogel, D.: Products Finishing 71 (2007) 14, S. 30-42
- [406]Hollaender, A.: Oberflaechen Polysurfaces 48 (2007) 6, S. 22-26
- [407] Szczygiel, B. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 122-125
- [408] Wing, L. et al.: Metal Finishing 105 (2007) 11, S. 18-21
- [409] Kuczynska, H. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 194-201
- [410] Liberski, P. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 132-135
- [411] Podjuklova, J. et al.: email 55 (2007) 6, S. 90-92
- [412] Voss, E.: email 55 (2007) 6, S. 93-97
- [413] Schaefer, G.: email 55 (2007) 6, S. 96-100
- [414] Anon.: Metalloberflaeche 61 (2007) 12, S. 23-24
- [415] Knospe, A.: aluminium 83 (2007) 11, S. 38-44
- [416] Woydt, M.: Galvanotechnik 99 (2008) 3, S. 584-599
- [417] Guenther, J.: Galvanotechnik 99 (2008) 4, S. 848-851
- [418] Mantcheva, R. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 4, S. 843-847
- [419] Anon.: SMM 108 (2007) 24, S. 46-47
- [420]Jordanova, I. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 4, S. 956-964
- [421] Maggiore, G.: besser lackieren 7 (2005) 20, S. 9
- [422] Smith, P. et al.: Metal Finishing 106 (2008) 1, S. 27-30
- [423] Zubielewicz, M.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 116-121
- [424] Komarowska, D.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 148-152
- [425] Member, O. et al.: JOT 47 (2007) 13, S. 36-37
- [426] Palewicz, P. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 105-110
- [427] Checmanovski, J. G. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 127-138
- [428] Krolikowski, A.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 140-147
- [429] Drela, I. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 156-158
- [430] Palewicz, P. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 160-162
- [431] Unruh, J. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 4, S. 822-836
- [432] Flis, J.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 111-115
- [433] Zakroczymski, T.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 136-139
- [434] Richter, H.: Quality Engineering 2008,4, S. 24-27
- [435] Bergmann, H. J. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 4, S. 983-991
- [436] Cobley, A. J.: Trans. IMF 85 (2007) 6, S. 293-297
- [437] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 3, S. 28-29
- [438] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 21, S. 5
- [439] Hryniewicz, T. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 6, S. 328-332
- [440] Anon.: JOT 48 (2008) 1, S. 48-49
- [441] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 4, S. 21
- [442] Anon.: JOT 48 (2008) 2, S. 46-47
- [443] Monev, M. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 5, S. 1099-1106
- [444] Lewerenz, H.-J.: Trans. IMF 86 (2008) 1, S. 19-33
- [445] Menard, S. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 5, S. 1116-1120

- [446] Kusnetsov, W. W. et al.: zascita metallov 44 (2008) 1, S. 84-91
- [447] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 1-2, S. 12-14
- [448] Kuznjar, I. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 5, S. 1116-1120
- [449] Dietterle, M.: PLUS 10 (2008) 2, S. 279-284
- [450] Aleksinas, M. I.: Products Finishing 71 (2007) 14, S. 44-48
- [451] Weamer, K. B.: Products Finishing 71 (2007) 11, S. 51-54
- [452] Scherzer, T. et al.: Farbe und Lack 114 (2008) 1, S. 4(M4
- [453] Rudnev, V. S. et al.: zascita metallov 43 (2007) 6, S. 600-606
- [454] Wing, I. et al.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 17/58 (2007)5, S. 275-276
- [455] Liberski, P. et al.: ochrona przed korozja (2007) 4, S. 173-177
- [456] Delaumois, E. et al.: galvano organo 2007, Nr. 771, S. 26-30
- [457] Freudenberger, J.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 12
- [458] Pietschmann, J.: galvano organo 2008, Nr. 772, S. 56-59
- [459] Lakaschus, L. G. et al.: JOT 48 (2008) 1, S. 42-44
- [460] Raedisch, L. K.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 9
- [461] Barwinski, J.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 12
- [462] Anon.: besser lackieren 7 (2005) 21, S. 3
- [463] Bagcivan, N.: JOT 48 (2008) 1, S. 33-34
- [464] Anon.: JOT 48 (2008) 1, S. 36-37
- [465] Kaempgen, M.: Galvanotechnik 99 (2008) 4, S. 838-842
- [466] Berns, G.: metalovedenie i termitscheskaja obrabotka metallov 53 (2008) 12, S. 29-32
- [467] Destefani, J.: Products Finishing 71 (2007) 15, S. 26-27
- [468] Oechsner, W. R.: Galvanotechnik 99 (2008) 5, S. 1228-1231
- [469] Bauer, E.: JOT 48 (2008) 2, S. 14-15
- [470] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 1-2, S. 26-27
- [471] Nehm, R. et al.: Metalloberflaeche 62 (2008) 1-2, S. 28-29
- [472] Schade, Ch.: Galvanotechnik 99 (2008) 5, S. 1259-1268
- [473] Schruebbers, H.: JOT 48 (2008) 2, S. 30-33
- [474] Hoffmann, V. et al.: aluminium 83 (2007) 11, S. 51-57
- [475] Meine, D.: Farbe und Lack 113 (2007) 12, S. 34
- [476] Hoffmann, R.: Galvanotechnik 99 (2008) 4, S. 818-821
- [477] Anon.: JOT 48 (2008) 2, S. 48-50
- [478] Peisker, K.: JOT 48 (2008) 2, S. 50-52
- [479] Jones, M.: Products Finishing 72 (2008) 5, S. 14-18
- [480] Anon.: besser lackieren 10 (2008) 3, S. 3
- [481] Schnider, B.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 1, S. 22-23
- [482] Cojaccaru, P. et al.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 18/59 (2008) 1, S. 20-23
- [483] Malyshev, W. W.: zascita metallov 43 (2007) 6, S. 607-612
- [484] Puippe, J. Cl.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 1, S. 27-33
- [485] Ponce de Leon, C. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 1, S. 34-40
- [486] Bozzini, B. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 1, S. 41-50
- [487] Krutskich, W. M. et al.: zascita metallov 43 (2007) 6, S. 619-625
- [488] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 1-2, S. 15
- [489] Dingwerth, B.: Galvanotechnik 99 (2008) 5, S. 1116-1120
- [490] Kalleder, A. et al.: Farbe und Lack 114 (2008) 1, S. 37-39
- [491] Ondratschek, D.: JOT 48 (2008) 1, S. 28-31
- [492] Heid, B. et al.: email 56 (2008) 1, S. 2-11
- [493] Guo, Z. C. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 1, S. 55-61
- [494] Joseph, R.: Metal Finishing 106 (2008) 2, S. 139-44
- [495] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 3, S. 34-35
- [496] Philipp, B.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 11
- [497] Kling, M.: SMM 109 (2008) 3, S. 48-49
- [498] Bestetti, M. et al.: Trans. IMF 85 (2007) 6, S. 316-319
- [499] Snijawskij, W. S. et al.: zascita metallov 43 (2007) 6, S. 631-642
- [500] Jahns, K. et al.: JOT 48 (2008) 1, S. 22-23
- [501] Fratter, D. et al.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 18/59 (2008) 1, S. 12-19
- [502] Subramanian, B. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 1, S. 60-65
- [503] Thelen, R.: Metal Finishing 106 (2008) 2, S. 33-38
- [504] Siekmann, R.: cav 41 (2008) 4, S. 48-50
- [505] Stahr, C.: Quality Engineering 2008,4, S. 88-90

- [506] Anon.: galvano organo 2007, Nr. 771, S. 23-25
- [507] Somborn, R.: Farbe und Lack 114 (2008) 2, S. 44-45
- [508] Klein, A. et al.: JOT 48 (2008) 3, S. 60-62
- [509] Beall, R.: Products Finishing 72 (2008) 5, S. 26-31
- [510] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 1-2, S. 16-18
- [511] Hiller, S.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 6
- [512] Anon.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 16
- [513] Scobel, E. et al.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 10
- [514] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 3, S. 14-15
- [515] Neumeister, J.: aluminium 84 (2008) 3, S. 83-86
- [516] Sarafin, R.: JOT 48 (2008) 2, S. 36-38
- [517] Yuen, O.: PLUS 10 (2008) 2, S. 399-400
- [518] Anon.: stahl und eisen 128 (2008) 1, S. 68
- [519] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 3, S. 32-33
- [520] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 4, S. 18-20
- [521] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 4, S. 26-28
- [522] Krieg, M.: besser lackieren 10 (2008) 6, S. 7
- [523] Ondratschek, D.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 8
- [524] Paustian, S. et al.: besser lackieren 10 (2008) 2, S. 10
- [525] Trapp, A. F.: JOT 48 (2008) 3, S. 92-96
- [526] Anon.: metallbau 2008,4, S. 68-69
- [527] Gurjanov, G. N. et al.: stal 77 (2008) 3, S. 66-67
- [528] Gendre, Ph. et al.: galvano organo 2008, Nr. 773, S. 56-57
- [529] Farr, J. P. G.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 83-91
- [530] Roy, S.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 87-91
- [531] Franz, S. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 92-97
- [532] Ramanauskas, R. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 103-108
- [533] Drovosekov, A. B. et al.: zascita metallov 44 (2008) 1, S. 65-68
- [534] Guyard, C.: galvano organo 2008, Nr. 772, S. 6-7
- [535] Dingwerth, B.: AIFM Galvanotecnica e nuove finiture 18/59 (2008) 1, S. 28-35
- [536] Heil, G. et al.: stahl und eisen 128 (2008) 3, S. 59-73
- [537] Herrmann, T.: JOT 48 (2008) 3, S. 182-187
- [538] Arurault, L.: Trans. IMF 86 (2008) 1, S. 51-54
- [539] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 4, S. 32-33
- [540] John, P.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 16
- [541] Kaiser, K. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 6, S. 1518-1524
- [542] Wagner, S. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 6, S. 1358-1364
- [543] Wiese, R. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 6, S. 1502-1507
- [544] Willuweit, J.: PLUS 10 (2008) 3, S. 516-518
- [545] Petrova, M. et al.: PLUS 10 (2008) 3, S. 523-527
- [546] Dingler, K. et al.: PLUS 10 (2008) 3, S. 482-485
- [547] Kurte, O. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 6, S. 1346-1357
- [548] Fehatovic, A.: Galvanotechnik 99 (2008) 6, S. 1366-1372
- [549] Meteger, G.: JOT 48 (2008) 2, S. 10-13
- [550] Herrmann, T.: JOT 48 (2008) 2, S. 16-20
- [551] Spyrou, E.: JOT 48 (2008) 2, S. 22-23
- [552] Seiche, P.: JOT 48 (2008) 2, S. 24-27
- [553] Reh, W. et al.: JOT 48 (2008) 2, S. 28-29
- [554] Anon.: JOT 48 (2008) 2, S. 40-42
- [555] Juckel, H.: Farbe und Lack 114 (2008) 2, S. 22-25
- [556] Kichner, E. et al.: Farbe und Lack 114 (2008) 2, S. 32-36
- [557] von Stephani, T.: Farbe und Lack 114 (2008) 2, S. 37-38
- [558] Golek, M.: JOT 48 (2008) 4, S. 12-14
- [559] Gamero, J. et al.: JOT 48 (2008) 4, S. 30-34
- [560] Christ, U.: JOT 48 (2008) 4, S. 42-46
- [561] Schmidt, H.-J. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 6, S. 1533-1536
- [562] Bohnet, J. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 8, S. 1884-1891
- [563] Dargis, R.: Products Finishing 72 (2008) 5, S. 28-33
- [564] Schell, J. et al.: Plating & Surface Finishing 95 (2008) 4, S. 8-13
- [565] Nebiolo, W. N.: Plating & Surface Finishing 95 (2008) 4, S. 14-18
- [566] Sommer, W. et al.: Plating & Surface Finishing 95 (2008) 4, S. 43-46
- [567] Lozano-Morales, A. et al.: Metal Finishing 106 (2008) 3, S. 27-31
- [568] Petri, E. M.: Metal Finishing 106 (2008) 3, S. 140-45
- [569] Shanmugasigamani, S. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 122-128

- [570] Lausmann, G. A.: Galvanotechnik 99 (2008) 7, S. 1646-1651
- [571] Krastev, I. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 8, S. 1892-1903
- [572] Haering, J.: SMM 109 (2008) 7, S. 80-83
- [573] Yang, J. M. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 19-21
- [574] Kirsch, U. et al.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 2, S. 9-11
- [575] Hansal, W. E. G. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 115-121
- [576] Menard, S. et al.: PLUS 10 (2008) 5, S. 954-958
- [577] Kuzjmar, I. et al.: PLUS 10 (2008) 5, S. 1039-1045
- [578] Andrejev, I. N. et al.: galvanotekhnika i obrabotka poverchnosti 16 (2008) 1, S. 14-19
- [579] McCaskie, J. et al.: Metal Finishing 106 (2008) 4, S. 25-27
- [580] Bellemare, R.: Products Finishing 72 (2008) 7, S. 30-36
- [581] Overs, M. et al.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 1, S. 10-12
- [582] Frisch, F.: JOT 48 (2008) 1, S. 88-89
- [583] Anon.: SMM 109 (2008) 6, D88-D90
- [584] Fruwert, M.: JOT 48 (2008) 1, S. 58-59
- [585] Juergen, R. et al.: JOT 48 (2008) 4, S. 16-20
- [586] Olander, E.: Products Finishing 72 (2008) 5, S. 34-36
- [587] Funk, St.: Galvanotechnik 99 (2008) 8, S. 2006-2007
- [588] Pohl, F.-R.: aluminium 84 (2008) 4, S. 62-66
- [589] Ruhland, C.: besser lackieren 10 (2008) 6, S. 4
- [590] Schmid, K. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 8, S. 1904-1906
- [591] Mumme, F.: Galvanotechnik 99 (2008) 8, S. 2014-2019
- [592] Aaraiva, M. et al.: galvano organo 2008, Nr. 773, S. 53-55
- [593] Anon.: SMM 109 (2008) 7, S. 84-85
- [594] Bahar, B. et al.: Metall 62 (2008) 3, S. 129-133
- [595] Ruhl, H. et al.: JOT 48 (2008) 4, S. 40-41
- [596] Anon.: besser lackieren 10(2008) 1, S. 11
- [597] Anon.: besser lackieren 10 (2008) 1, S. 2
- [598] Krause, S. et al.: cav 41 (2008) 5, S. 4fr49
- [599] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008)4, S. 34
- [600] Schulz, D.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 1, S. 13-14
- [601] Keller, L.: JOT 48 (2008) 3, S. 13-14
- [602] Anon.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 1, S. 15-16
- [603] Cacie, D.: JOT 48 (2008) 2, S. 52-53
- [604] Wilke, W.: JOT 48 (2008) 3, S. 64-65
- [605] Decker, S. et al.: JOT 48 (2008) 3, S. 66-69
- [606] Anon.: JOT 48 (2008) 3, S. 78-79
- [607] Zimmerhackel, J.: JOT 48 (2008) 3, S. 80-81
- [608] Svejda, P.: JOT 48 (2008) 4, S. 22-26
- [609] Somborn, R.: Farbe und Lack 114 (2008) 3, S. 48-50
- [610] Somborn, R.: Farbe und Lack 114 (2008) 4, S. 46-48
- [611] Anon.: SMM 109 (2008) 5, S. 26-29
- [612] Doessel, K.-F.: JOT 48 (2008) 4, S. 5-10
- [613] Hoffemann, U. et al.: JOT 48 (2008) 4, S. 48-53
- [614] Eckert, W.: JOT 48 (2008) 4, S. 54-55
- [615] Schmidt, T.: JOT 48 (2008) 4, S. 56-57
- [616] Fied, M. et al.: Farbe und Lack 114 (2008) 4, S. 22-24
- [617] Billig, F.: besser lackieren 10 (2008) 2, S. 6
- [618] Jones, R.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 75-79
- [619] Anon.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 3
- [620] Goiek, M.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 6
- [621] Mueller, T.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 7
- [622] Ondratschek, D.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 8
- [623] Mendler, H.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 9
- [624] Lutter, R. et al.: besser lackieren 10 (2008) 5, S. 16
- [625] Ondratschek, D.: besser lackieren 10 (2008) 2, S. 8
- [626] Allmendinger, T.: Galvanotechnik 99 (2008) 8, S. 1878-1883
- [627] Kleinbach, H. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 7, S. 1622-1629
- [628] Pietschmann, J. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 7, S. 1764-1773
- [629] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 3, S. 24-25
- [630] Anon.: besser lackieren 10 (2008) 2, S. 12
- [631] Pereira don Nascimento, M. et al.: Plating & Surface Finishing 95 (2008) 4, S. 35-42
- [632] Bharara, K. et al.: Indian Surface Finishing 4 (2007) 2, S. 121-124
- [633] Bharara, K. et al.: Indian Surface Finishing 4 (2007) 2, S. 127-130
- [634] Rao, N. N.: Indian Surface Finishing 4 (2007) 2, S. 133-137
- [635] Ramesh Bapu, G. N. K. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 1, S. 66-72

- [636] Bolduan, K. U.: Galvanotechnik 99 (2008) 6, S. 1539-1541
- [637] Jevons, K.: cav 41 (2008) 5, S. 50-51
- [638] Gyliene, O. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 8, S. 2038-2048
- [639] Luenke-Westmann, U.: besser lackieren 10 (2008) 6, S. 12
- [640] Ertuerk, S. et al.: Metall 62 (2008) 3, S. 136-138
- [641] Schalk, S. et al.: GIT Labor 52 (2008) 4, S. 378-379
- [642] Hoffmann, R.: Galvanotechnik 99 (2008) 7, S. 1630-1632
- [643] Sebastian, K.-H. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 7, S. 1640-1647
- [644] Schwertfeger, H. et al.: IDR 68 (2008) 1, S. 20-22
- [645] Sotova, E. S. et al.: stal 77 (2008) 2, S. 69-82
- [646] Gasch, M.: PLUS 10 (2008) 3, S. 528-530
- [647] Marichev, V. A.: zascitametallov 44(2008) 1, S. 102-112
- [648] Mutel, B.: galvano organo 2008, Nr. 773, S. 62-65
- [649] Brandes, M. et al.: Metal Finishing 106 (2008) 4, S. 21-24
- [650] Anon.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 2, S. 18-19
- [651] Anon.: besser lackieren 10 (2008) 8, S. 2
- [652] Parsche, P.: Metal Finishing 106 (2008) 4, S. 130-131
- [653] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 5, S. 26-27
- [654] Anon.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 2, S. 16-17
- [655] Bucher, S.: galvano organo 2008, Nr. 774, S. 30-32
- [656] Weber, J. A. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,4, S. 9-16
- [657] Bielinski, J. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,1, S. 29-35
- [658] Gysen, B.: Galvanotechnik 99 (2008) 9, S. 2172-2176
- [659] Kurtz, O. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 9, S. 2136-2145
- [660] Lander, H. et al.: Galvanotechnik 99 (2008) 9, S. 2150-2157
- [661] Skelly, J.: Metal Finishing 106 (2008) 6, S. 61-65
- [662] Legg, K. O.: Products Finishing 72 (2008) 6, S. 20-26
- [663] Lichusina, A. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 3, S. 141-147
- [664] Low, C. T. J. et ad.: Trans. IMF 86 (2008) 3, S. 148-152
- [665] Sulcius, A. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 3, S. 153-156
- [666] Karahan, I. H. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 3, S. 157-161
- [667] Bibber, J. B.: Metal Finishing 106 (2008) 4, S. 41-46
- [668] Grueninger, S.: Oberflaechen Polysurfaces 49 (2008) 2, S. 12-13
- [669] LeGonidec, G. et al.: galvano organo 2008, Nr. 774, S. 27-28
- [670] Kania, H. et al.: ochrona przed korozja (2007) 10, S. 376-379
- [671] Liberski, P. et al.: ochrona przed korozja (2007) 10, S. 402-408
- [672] Weselowski, J. et al.: ochrona przed korozja (2007) 10, S. 409-411
- [673] Liberski, P. et al.: ochrona przed korozja (2007) 10, S. 412-417
- [674] Trommer, G.: SMM 109 (2008) 9, S. 25-29
- [675] Zemanova, M. et al.: Trans. IMF 86 (2008) 2, S. 109-114
- [676] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 4, S. 16-17
- [677] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 5, S. 24-25
- [678] Eichelkraut, H. et al.: stahl und eisen 128 (2008) 4, S. 181-189
- [679] Anon.: aluminium 84 (2008) 5, S. 60-65
- [680] Talbert, R.: Products Finishing 72 (2008) 7, S. 24-29
- [681] Tacikowski, M. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,4, S. 18-22
- [682] Betiuk, B. et al.: Inzynieria Powierzchni 2007,4, S. 23-28
- [683] Quitmeyer, J.: Metal Finishing 106 (2008) 3, S. 33-39
- [684] Formanek, B. et al.: ochrona przed korozja (2007) 10, S. 380-387
- [685] Anon.: besser lackieren 10 (2008) 6, S. 6
- [686] Zollitzsch, C.: JOT 48 (2008) 3, S. 98-99
- [687] Waner, M. et al.: ochrona przed korozja (2007) 3, S. 74-77
- [688] Allmendinger, Th.: Galvanotechnik 99 (2008) 9, S. 2143-2148
- [689] Tulepbajev, W. B. et al.: Galvanotechnika i obrabotka poverchnosti 15 (2007) 1, S. 40-45
- [690] Jacobs, J.: SMM 109 (2008) 7, S. 88-89
- [691] Wahl, D.: Galvanotechnik 99 (2008) 7, S. 1634-1639
- [692] Anon.: Metalloberflaeche 62 (2008) 4, S. 34



Сведения об авторах

**Вальтер Т. Елинек**, редактор журнала  
Гальванотехника Германия  
Eugen G. Leuze Verlag Kg  
D-88348 Bad Saulgau/Wurt. Karlstr. 4  
тел.07581/4801-0

**Walter T. Jelinek** Dip.-Chem.  
Galvanotechnik  
Eugen G. Leuze Verlag Kg  
D-88348 Bad Saulgau/Wurt. Karlstr. 4  
тел.07581/4801-0



## 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 621.357.7

## **Исследование свойств никелевых покрытий, осаждённых из хлоридного электролита**

**Балакай В.И., Арзуманова А.В., Мурзенко К.В.,  
Бырылов И.Ф., Кукоз В.Ф.**

Ключевые слова: хлоридные электролиты, никелевые покрытия, электроосаждение свойства

Исследовано влияние режимов электролиза на физико-механические свойства блестящих никелевых покрытий, осажденных из хлоридного электролита. Приведены результаты экспериментального изучения производственной эксплуатации данного электролита.

## **Characteristics of Nickel Coatings Deposited from Chloride Bath**

**Balakay V.I., Arzumanova A.V., Murzenko K.V.,  
Byrylov I.F., Kukoz V.F.**

Key words: chloride bath, nickel electroplating, properties

Physico-chemical properties of bright nickel coatings deposited from chloride bath at different plating conditions have been studied. A device used for the measurement of an overall current efficiency of nickel and hydrogen is described (Fig.1). Microhardness of coatings deposited at 20°C and 60°C was shown to increase along with increasing current density, but at higher current density it is decreasing again (Fig.2). All curves representing dependencies of internal stress (Fig.3), brightness (Figs. 4-6) and "overall current efficiency of nickel and hydro-

gen" (Fig.7) (which exceeds 100%) on current density and deposition potential at different temperature and solution pH have a maximum. Adhesion of nickel coatings to steel, copper and its alloys over all region of current densities meets the National Standard 9.302-88. Throwing power of the chloride bath is not lower than that of sulfate-chloride bath used in the industry. Results of the study of the operation of the chloride bath in plating shops as well as the instruction on the making up are also given.

### **Введение**

Преимуществами хлоридных электролитов никелирования по сравнению с сульфатными и сульфатно-хлоридными являются их более высокая электропроводность, хорошее растворение в них анодов и меньшая тенденция к коагуляции в них солей [1, 2].

В работах М.Н. Полукарова, К.М. Горбуновой, В.В. Кузнецова, Ю.Ю. Матулиса, В.А. Кайкариса, Г.С. Воздвиженского, А.Л. Ротиняна, Р.П. Гальдикене и др. показано, что в процессе электролиза в электролитах никелирования происходит подщелачивание прикатодного слоя (так как вместе с никелем на катоде выделяется водород) и образования коллоидных и тонкодисперсных соединений электроосаждаемого металла [3 – 15].

Согласно работам И.И. Жукова [16], если исходной солью является хлорид металла, то частицы выпадающего при подщелачивании раствора гидроксида имеют положительный заряд, а если сульфат металла – отрицательный.

Устойчивость в присутствии хлорида никеля коллоидных и тонкодисперсных соединений гидроксидов и основных солей никеля в прикатодном слое может привести к включению в никелевое покрытие молекул соединений никеля, которые входят в состав дисперсной частицы и тем самым к изменению свойств покрытий (степень блеска, внутренние напряжения (ВН), микротвердость, адгезия, коррозионная стойкость, равномерность распределения осадка по поверхности деталей, пористость и т.д.)

Задачей настоящей работы являлось исследование свойств никелевых покрытий, осажденных из хлоридного электролита, и возможности использования последних для нанесения защитно-декоративных покрытий в различных отраслях промышленности.

#### Методика эксперимента

Использовали электролит следующего состава, г/л:  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  250,  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  5,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  30, сахарин 1,0, отходы производства 1,4-бутиндиола (КОБ) 5 мл/л. Режимы электролиза: температура 20 – 60 °С, pH 1,0 – 5,5, катодная плотность тока 1 – 80 А/дм<sup>2</sup> [17].

Никель осаждали на детали из стали марки Ст. 3, меди марки М 1, латуни марки Л 63 в ячейке объемом 250 мл. Предварительную подготовку поверхности образцов производили по известным методикам [18]. В качестве анодов использовали никель марки НПА 1.

Микротвердость покрытий толщиной не менее 25 мкм, осажденных на медную пластинку, определяли с помощью микротвердомера ПМТ-3 при нагрузках на индентор 50 г по ГОСТ 2999-75.

Внутренние напряжения (ВН) определяли по методике [19], используя гибкий, горизонтально расположенный катод. Испытываемый медный катод размерами 35x10x0,05 мм предварительно прокаливали в муфельной печи при температуре 700 °С и выдерживали в течение 30 мин [20]. После этого печь отключали и образцы самопроизвольно охлаждались в закрытой печи до комнатной температуры. Перед измерениями образцы покрывали с одной стороны полихлорвиниловым лаком. Отклонение катода от первоначального положения фиксировали микроскопом МИР-2, установленным перед электролизером.

Расчет величины ВН производили по формуле

$$ВН = Ed^2z/3\delta l^2$$

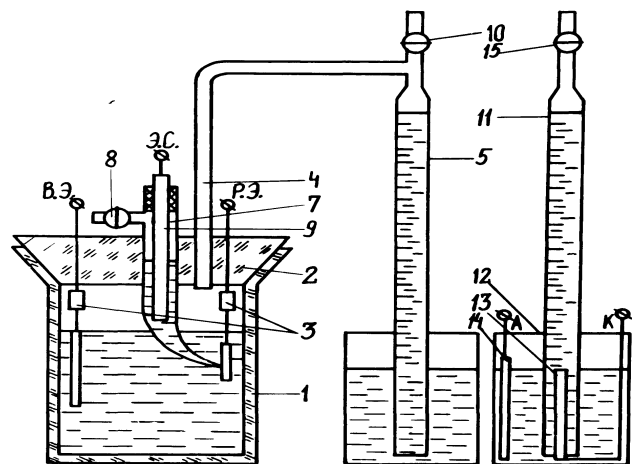
где  $E$  – модуль упругости материала основы;  $d$  – толщина катода, м;  $z$  – прогиб катода на конце, м;  $\delta$  – толщина покрытия, м;  $l$  – длина покрываемой части катода, м.

Изменение блеска никелевых покрытий исследовали на стальных пластинах 50x60x0,5 мм с помощью блескомера ФБ-1А. Эталонном, блеск которого принимали за 100 %, служила полированная медная пластина, покрытая слоем блестящего никеля толщиной 20 мкм из электролита состава, г/л:  $\text{NiSO}_4$  260 – 300,  $\text{NiCl}_2$  40 – 60,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  30 – 40, 1,4-бутиндиол (100 %-ный) 0,12 – 0,2, сахарин 1,5 – 2,0, фталиимид 0,08 – 0,12, pH 4,0 – 5,0, температура 55 – 65 °С, плотность тока 3 – 8 А/дм<sup>2</sup>.

Прочность сцепления покрытий с основой определяли методом неоднократного изгиба покрытого образца на 90° до полного излома по ГОСТ 9.302-88. Размер образца 25x5x1 мм, толщина покрытия 20 мкм. Для изучения внешнего вида покрытий применяли микроскоп МИМ-7 при увеличении x216, x367,5, x487,5.

Фазовый состав никелевых покрытий изучали с помощью рентгеновского дифрактометра типа ДРОН-1,5, используя излучение  $\text{Cu}_{K\alpha}$  с никелевым фильтром. Полученные рентгенограммы идентифицировали по методу Фревелия-Ринна [21]. Определение угловой поправки дифрактометра производили по эталону (кварцу). Скорость съемки составляла 1 град/мин.

Рассеивающую способность электролита изучали с помощью разборного углового катода с углом между сторонами 60° [22]. Измерение выхода по току (ВТ) никеля и водорода производили в гальваностатических условиях двумя способами: гравиметрическим (с использованием медного кулонометра) и по методике, описанной ниже (с использованием газового кулонометра). Ячейка для измерения ВТ никеля и водорода совместно с газовым кулонометром представлена на рис. 1.



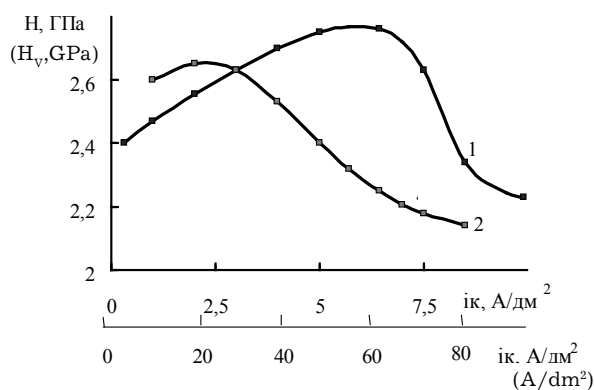
**Рис. 1.** Схема установки для определения выхода по току.  
1. – стеклянный сосуд со шлифом; 2. – крышка сосуда;  
3. – проводники с держателями; 4. – газотводная трубка; 5, 11. – бюретка; 6. – стакан с раствором;  
7. – стеклянная трубка с капилляром Лужина;  
8, 10. – кран; 9. – электрод сравнения; 12. – стакан;  
13. – стальной катод с изолированным токоотводом;  
14. – стальной анод.

**Fig. 1.** Device for the measurements of current efficiency.  
1. – glass cell; 2. – cell cover; 3. – current leads;  
4. – tubes for evolving gas; 5, 11. – burette;  
6. – beaker with the solution; 7. – Luggin capillary; 8, 10. – stop cock;  
9. – reference electrode; 10, 12. – beaker;  
13. – steel cathode; 14. – steel anode

Установка состоит из стеклянного сосуда со шлифом 1 и крышки 2, сделанной под этот же шлиф из оргстекла. В крышку вмонтированы проводники с держателями 3 для рабочего и вспомогательного электродов, газоотводная трубка 4, соединенная с бюреткой 5 объемом 25 мл. Бюретка опущена в стакан с раствором гидроксида калия концентрацией 100 г/л. В крышку вмонтирована стеклянная трубка с капилляром Луггина 7, краном 8 и электродом сравнения 9. Исследуемый электролит наливали в стеклянную трубку с капилляром Луггина через кран 8. Вспомогательный и рабочий электроды готовили из никеля марки НПА 1. Обратную сторону электрода покрывали эпоксидным компаундом. Раствор кулометра и электролит никелирования предварительно насыщали водородом. ВТ водорода рассчитывали после электролиза из отношения объемов водорода в бюретке 5 и в кулометре.

### Экспериментальная часть

Микротвёрдость никелевых покрытий (рис. 2, кр.2) с повышением плотности тока от 5 до 25 А/дм<sup>2</sup> при температуре электролита 60 °С сначала повышается, а затем при увеличении плотности тока до 80 А/дм<sup>2</sup> снижается. Такой же ход зависимости наблюдается при температуре 20 °С при повышении плотности тока от 1 до 10 А/дм<sup>2</sup> (кр.1).



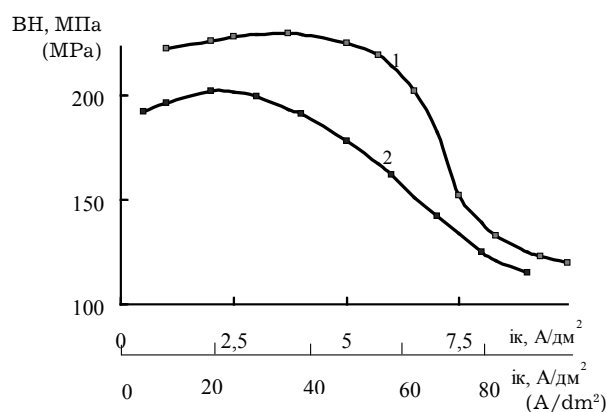
**Рис. 2.** Зависимость микротвёрдости никелевых покрытий от катодной плотности тока. рН электролита 1,0: 1. – 20°С (значения верхней оси абс-цисс); 2. – 60°С (значения нижней оси абсцисс).

**Fig.2.** Microhardness vs. current density; рН 1,); 1. – 20°С (up per absciss); 2. – 60°С (lower absciss)

Мы предполагаем, что в исследуемых электролитах вместе с ионами восстанавливаются коллоидные и тонкодисперсные соединения электроосаждаемого металла. Полученная зависимость микротвердости покрытий от плотности тока является, по-видимому, косвенным доказательством нашего предположения. Так, если по-

тенциал восстановления коллоидных и тонкодисперсных частиц еще не достигнут, или потенциал восстановления уже достигнут, но из-за полидисперсности частиц восстановление происходит не полностью, то повышается количество включений в покрытие. Это приводит к изменению свойств покрытий. При достижении потенциала полного восстановления коллоидных и тонкодисперсных соединений никеля и при их монодисперсности количество включений невосстановившихся частиц в покрытии снижается, поэтому наблюдается снижение микротвёрдости.

Полученные зависимости ВН от катодной плотности тока (рис. 3) могут служить подтверждением высказанных выше предположений о причинах микротвердости покрытий в электролитах, содержащих коллоидные и тонкодисперсные соединения электроосаждаемого металла.



**Рис. 3.** Зависимость внутренних напряжений никелевых покрытий от катодной плотности тока. Условия те же, что и на рис.2.

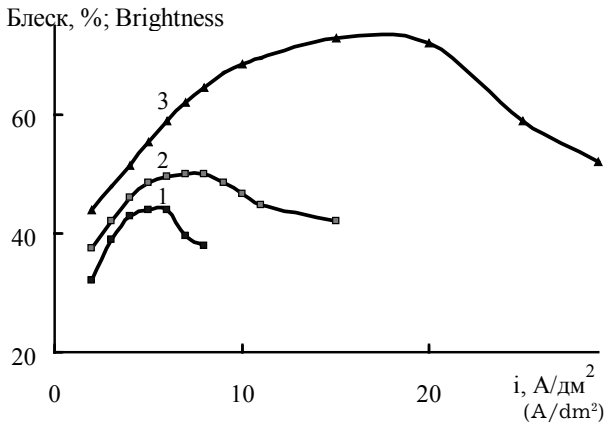
**Fig.3.** Deposits inner stress vs. current density (other conditions same as in Fig.2)

Изменение режимов электролиза (катодная плотность тока, рН и температура электролита) влияет на блеск покрытий так, как это показано на рис. 4 – 6.

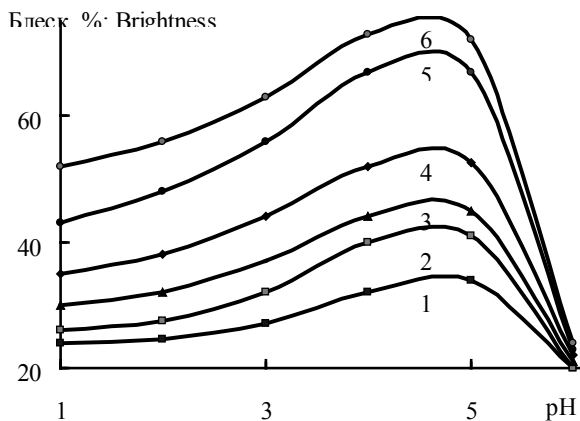
Максимальный блеск никелевых покрытий наблюдается примерно при тех же плотностях тока, что и максимальная микротвердость. Блеск покрытия чувствителен к загрязнению электролита медью, что часто наблюдается в производственных условиях. В присутствии 0,1 г/л меди (в пересчете на металл) покрытия получают серыми. В то же время, загрязнение хлоридного электролита никелирования железом до 1 г/л не влияет заметно на блеск осадков, хотя и вызывает сильную хрупкость. Поэтому присутствие железа и меди в количествах 0,05 и 0,01 г/л, соответственно, допустимо.

На рис. 7 приведена зависимость значения “суммарного ВТ никеля и водорода” от потенциа-

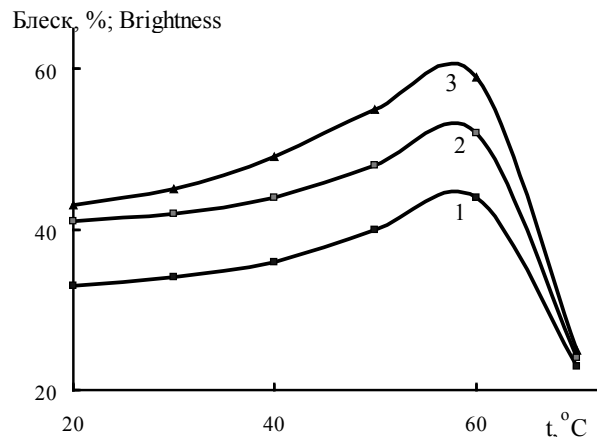
ла электрода в исследуемом электролите при температуре 20 ° и 60 °С. Значение “суммарного ВТ”, начиная с самых малых плотностей тока, превышает 100 % и достигает максимума при потенциалах – (0,720 – 0,740) В как при 20 °С, так и при 60 °С, что примерно соответствует 5 – 7 А/дм<sup>2</sup> при 20 °С и 25 – 30 А/дм<sup>2</sup> при 60 °С. Максимальное значение “суммарного ВТ” (с доверительной вероятностью 95 %) составляет 106 ± 3 % для 60 °С и 104 ± 2 % для 20 °С.



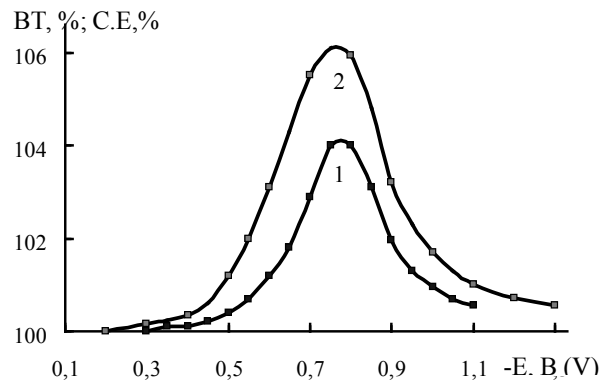
**Рис. 4.** Зависимость блеска никелевых покрытий от катодной плотности тока. pH электролита 4,0: 1. – 20 °С; 2. – 40 °С; 3. – 60 °С.  
**Fig.4.** Coatings brightness vs. current density; pH 4,0; 1. - 20 °С; 2. - 40 °С; 3. - 60 °С



**Рис. 5.** Зависимость блеска никелевых покрытий от pH электролита при температурах: 1, 2, 3 – 20 °С; 4, 5, 6 – 60 °С и плотностях тока, А/дм<sup>2</sup>: 1. – 2; 2. – 8; 3. – 4; 4. – 4; 5. – 15; 6. – 10.  
**Fig.5.** Coatings brightness vs. at 20 °С (curves 1,2,3) and 60 °С (curves 4,5,6); 1. – 2 А/дм<sup>2</sup>; 2. – 8 А/дм<sup>2</sup>; 3. – 4 А/дм<sup>2</sup>; 4. – 4 А/дм<sup>2</sup>; 5. – 15 А/дм<sup>2</sup>; 6. – 10 А/дм<sup>2</sup>



**Рис. 6.** Зависимость блеска никелевых покрытий от температуры электролита. pH электролита 4,0. Плотности тока, А/дм<sup>2</sup>: 1. – 2; 2. – 4; 3. – 6.  
**Fig.6.** Coatings brightness vs. temperature; pH 4,0; 1. – 2 А/дм<sup>2</sup>; 2. – 4 А/дм<sup>2</sup>; 3. – 6 А/дм<sup>2</sup>



**Рис. 7.** Зависимость “суммарного катодного ВТ никеля и водорода” от потенциала электрода в электролите основного состава при pH 1,0 и температурах, °С: 1. – 20, 2. – 60.  
**Fig.7.** “Overall current efficiency of nickel and hydrogen” vs. electrode potential in a basic solution at pH 1,0; 1. - 20 °С; 2. - 60 °С

Горбообразная зависимость “суммарного ВТ никеля и водорода” от потенциала осаждения наблюдалась и при выделении никеля из хлоридного электролита, содержащего в качестве блескообразующей добавки тиомочевину [24], и при выделении цинка из высокопроизводительного цинкатного электролита [25], что, по-видимому, является характерным для таких электролитов. Можно предположить, что пока не достигнут потенциал и не созданы на катоде условия для полного восстановления коллоидных и тонкодисперсных соединений, содержащих осаждаемый металл, они могут включаться в покрытие, не восстанавливаясь. При этом возможен иногда захват

ПАВ, стабилизирующих восстанавливающиеся частицы, и включение молекул ПАВ или их частей в кристаллическую решётку металла. При этом “суммарный ВТ никеля и водорода” может превысить 100 %. Возможно, что, при сдвиге потенциала в более отрицательную область начинается более полное восстановление коллоидных и тонкодисперсных частиц и “суммарный выход” по току снижается. Восстановителями могут являться как электроны катода, так и (или) выделяющийся водород. Это подтверждается зависимостью микротвердости и ВН покрытий от плотности тока, а также, рентгеноструктурным анализом покрытий, осажденных при рН 1,0 и температуре 60 °С. Согласно данным анализа, в покрытиях присутствует фаза  $\gamma$ -NiOOH, однако при 5 и 80 А/дм<sup>2</sup> рефлексов её гораздо меньше, чем при 25 А/дм<sup>2</sup>.

Сцепление никелевых покрытий, осажденных из хлоридного электролита, с основой из стали, меди и ее сплавов удовлетворяет ГОСТу 9.302-88.

Хлоридный электролит блестящего никелирования не уступает по рассеивающей способности сульфатно-хлоридным электролитам блестящего никелирования, содержащим в качестве блескообразующей добавки 1,4-бутиндиол.

При электроосаждении блестящих никелевых покрытий в промышленности в основном используются электролиты, которые работают при повышенных температурах (40 – 60 °С). Это приводит: к увеличению энергетических затрат, к ускорению испарения воды из ванны и потому требует постоянной корректировки электролита, дополнительного времени на разогрев ванны до нужной температуры, постоянного контроля температуры электролита и т.д. Разработанный электролит работает как при повышенной, так и при комнатной температуре.

Порядок приготовления и корректирования хлоридного электролита блестящего никелирования следующий. В 0,7 объема необходимого количества воды, подогретой до 55 – 60 °С, последовательно растворяли хлорид и сульфат никеля, борную кислоту. Объем электролита доводили до расчетного и корректировали до необходимого значения рН соляной кислотой или гидроксидом натрия (100 г/л) при перемешивании.

Затем электролит подвергали химической и селективной очистке. Для этого в подкисленный до рН 3,0 раствор вводили 2 – 3 мл/л пероксида водорода (3 %-ного), после чего вводили активированный уголь в количестве 3 – 4 г/л при температуре 60 – 80 °С. Электролит энергично перемешивали сжатым воздухом в течение 2 – 3 ч. Остывший раствор защелачивали до рН 5,6 для удаления железа и после 6 – 8-часового отстаи-

вания фильтровали в рабочую ванну так, чтобы не взмутить шлам, находящийся на дне. После химической очистки для окончательного удаления ионов тяжелых металлов электролит подкисляли до рН 2,5 – 3,0 и прорабатывали при катодной плотности тока 0,1 – 0,2 А/дм<sup>2</sup>, температуре 40 – 50 °С и перемешивании сжатым воздухом, завешивая случайные катоды из листовой гоф-рированной стали. Затем рН доводили до 4,0 – 5,0 и проверяли качество никелевого покрытия при цеховой температуре и катодной плотности тока 1 А/дм<sup>2</sup> без перемешивания. Светлый и матовый осадки свидетельствовали о полном удалении примесей. В очищенный электролит вводили сахарин и КОБ, корректировали рН и приступали к эксплуатации.

Плотность тока желательно поддерживать в пределах 2 – 5 А/дм<sup>2</sup> при температуре 20 °С и 7 – 20 А/дм<sup>2</sup> при температуре 60 °С.

Хлоридный электролит блестящего никелирования эксплуатировали в ванне объемом 1000 л при односменной работе. Электролит корректировали на основании учета количества пропущенного электричества (А · ч/л). При длительной работе электролита после проработки в течение 15 А · ч/л добавляли 0,6 мл/л КОБ и после 40 А · ч/л – 0,2 г/л сахараина. Основные компоненты электролита корректировали 1 раз в месяц по результатам химического анализа. Так как вода из электролита испарялась, например, если электролит работал при температуре 60 °С, то не реже 1 раза в 1 – 2 смены доводили объем раствора до исходного уровня, при этом проверяли и корректировали рН. Воду для этого брали из первой непроточной ванны промывки (ванны улавливания), что позволяло экономить соли, уносимые из ванны никелирования с деталями.

Для получения качественных осадков проводили химическую и селективную очистку электролита не реже 1 раза в 1,5– 2 месяца.

### **Выводы**

1. Установлена зависимость эксплуатационных характеристик (внутренние напряжения, микротвердость, блеск) электроосажденного никеля от режимов электролиза.

Показано, что при увеличении катодной плотности тока от 1 до 10 А/дм<sup>2</sup> при рН 1,0 и температуре 20 °С микротвердость и внутренние напряжения вначале увеличиваются, а затем уменьшаются. Максимальное значение микротвердости достигает 2,70 ГПа, а внутренних напряжений – 230 МПа. При температуре 60 °С с увеличением катодной плотности тока от 5 до 80 А/дм<sup>2</sup> микротвердость и внутренние напряжения также вначале увеличиваются, а затем уменьшаются и

достигают максимума при 2,65 ГПа и 200 МПа соответственно.

При увеличении рН электролита от 1,0 до 6,0, температуры от 20 до 60 °С и катодной плотности тока от 1 до 10 А/дм<sup>2</sup> и от 5 до 80 А/дм<sup>2</sup>, в зависимости от температуры, блеск покрытий проходит через максимум. Наибольший блеск никелевых покрытий достигается при плотности тока 15 А/дм<sup>2</sup>, температуре 60 °С и рН 4,0.

2. Определены факторы, ухудшающие блеск никелевых покрытий, в частности присутствие в электролите железа и меди (в пересчете на металл) не менее 0,05 и 0,01 г/л соответственно.

3. Обоснованы и подтверждены на практике технологические рекомендации по использованию хлоридного электролита блестящего никелирования в производстве.

### **Литература**

1. Грань Т.В., Хейфец В.Л. Пути интенсификации процесса электроосаждения никеля. // – Цветные металлы. – 1964. – № 4. – С. 22 – 26.
2. Хейфец В.Л., Грань Т.В. Электролиз никеля. – М.: Металлургия, 1975. – 334 с.
4. Кузнецов В.В. Влияние условий образования коллоидов при электролизе и их роль в формировании катодных осадков: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Молотов: МГУ, 1951. – 16 с.
4. Воздвиженский Г.С., Рождественская А.А. О коллоидных растворах в катодном пространстве при электролизе // Тр. совещ. по вопросам влияния поверхностно-активных веществ на электроосаждение металлов. – Вильнюс: Гос. изд-во по-лит. и науч. лит. Лит. ССР, 1957. – С. 191 – 201.
5. Воздвиженский Г.С. О механизме электроосаждения никеля. 5. Условия образования коллоидных растворов основных солей в процессе электролиза // Журнал прикладной химии. – 1948. – Т. 21, вып. 11. – С. 1095 – 1098.
6. Полукаров М.Н. Ультрамикроскопическое исследование образования коллоидных систем при электролизе и их роль в электрокристаллизации металлов // Тр. совещания по электрохимии. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 488 – 493.
7. Полукаров М.Н. Исследование образования коллоидов при электролизе и их роли в катодных процессах: Дис. ... д-ра хим. наук. – Молотов: МГУ, 1953. – 297 с.
8. Горбунова К.М., Ивановская Т.В., Шишakov Н.А. Структура и механизм образования блестящих электролитических осадков.

1. Электрономикроскопическое и электронографическое исследование блестящих покрытий из никеля и цинка // Журнал физической химии. – 1951. – Т. 25, вып. 8. – С. 981 – 987.

9. Горбунова К.М., Сутягина А.А., Лебедева К.П., Полукаров Ю.М. Рост кристаллов в присутствии поверхностно-активных веществ и пути исследования механизма образования осадков неясно кристаллического типа // Тр. совещания по вопросам влияния поверхностно-активных веществ на электроосаждение металлов. – Вильнюс: Гос. изд-во по-лит. и науч. лит. Лит. ССР, 1957. – С. 49.

10. Ротинян А.Л., Козич Е.С. Образование и устойчивость коллоидных соединений никеля в электролите электролизных ванн // Журнал прикладной химии. – 1959. – Т. 32, вып. 12. – С. 2678 – 2681.

11. Матулис Ю.Ю., Валентелис Л.Ю., Кичас П.В. К вопросу механизма образования блестящих гальванопокрытий никеля // Теория и практика блестящих гальванопокрытий. – Вильнюс: Гос. изд-во по-лит. и науч. лит. Лит. ССР, 1963. – С. 103 – 107.

12. Блестящие электролитические покрытия / Под ред. Ю.Ю. Матулиса – Вильнюс: Минтис, 1969. – 613 с.

13. Матулис Ю.Ю., Вишомирскис Р.М. О состоянии теории и практики блестящих гальванопокрытий // Теория и практика блестящих гальванопокрытий: Сб. науч. тр. – Вильнюс: Гос. изд-во по-лит. и науч. лит. Лит. ССР, 1963. – С. 13 – 18.

14. Кайкарис В.А. Двухфакторная теория блескообразования // Электрохимия. – 1967. – Т. 3. – Вып. 10. – С. 1273 – 1279.

15. Гальдикене Р.П., Шальтене Ж.П., Петраускас А.В. Исследование поверхности никелевого гальванического осадка. // Защита металлов. – 1994. – Т. 30. – № 6. – С. 642 – 645.

16. Жуков И.И. Электроосмотические явления на гидроокисях металлов // В кн.: Избранные труды. – Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 297 – 307.

17. Патент № 2071996 РФ, МПК 7 С 16 – С 25 Д 3/12. Водный электролит блестящего никелирования, его вариант / В.И. Балакай (РФ). – № 93029092/02; Заявл. 10.06.93; Опубл. 20.01.97, Бюл. № 2. – 3 с.

18. Ямпольский А.Л., Ильин В.А. Краткий справочник гальванотехника. – Л.: Машиностроение, 1981. – 269 с.

19. Поперека М.Я. Внутренние напряжения электролитически осаждаемых металлов. – Новосибирск: Научно-сибирское книжное изд-во, 1966. – 336 с.

20. Бобылев А.В. Механические и технологические свойства металлов: Справочник. – М.: Металлургия, 1980. – 296 с.

21. Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Рентгенографический и электроннооптический анализ. – М.: Металлургия, 1970. – 369 с.

22. Цупак Т.Е., Новиков В.Т., Начинов Г.Н., Ваграмян Т.А. Лабораторный практикум по технологии электрохимических покрытий: Учебное пособие. – М.: Химия, 1980. – 160 с.

23. Горбунова К.М., Сутягина А.А., Лебедева К.П., Полукаров Ю.М. Рост кристаллов в присутствии поверхностно-активных веществ и пути исследования механизма образования осадков неявно кристаллического типа // Тр. совещания по вопросам влияния поверхностно-активных веществ на электроосаждение металлов. – Вильнюс: Гос. изд-во полит. и науч. лит. Лит. ССР, 1957. – С. 49.

24. Кудрявцева И.Д., Кукоз Ф.И. Балакай В.И. Электроосаждение металлов из электролитов-коллоидов // Итоги науки и техники. – М.: ВИНТИ 1990. – Т. 33. – С. 50 – 85.

25. Селиванов В.Н. Электроосаждение металлов и сплавов из электролитов, содержащих коллоиды осаждаемых металлов: Дис. ... канд. техн. наук. – Новочеркасск: НПИ, 1978. – 148 с.

#### **Сведения об авторах**

**1. Балакай Владимир Ильич**, д.т.н., доцент, зав. каф.; 346411, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, ЮРГТУ (НПИ), каф. “Аналитическая химия, стандартизация и сертификация”, тел. (86352) 24-23-83; 255-3-48; E-mail – balakai-vi@rambler.ru.

**Balakai Vladimir**, senior lecturer, South-Russian State Technical University (Novocherkasskiy Polytechnic Institute); Rostov region, Novocherkassk, , Prosveschenia, 132. tel.: (86352) 24-23-83 and 255-3-48; E-mail – balakaivi@rambler.ru.

**2. Арзуманова Анна Валерьевна**, аспирантка каф. АХСиС; 346411, тел. (86352) 255-3-48; E-mail – balakaivi@rambler.ru. Область научных интересов: гальванотехника.

**Arzumanova Anna**, post-graduate student, tel.: (86352) 255-3-48; E-mail – balakai-vi@rambler.ru. Area of scientific interests: metal finishing.

**3. Мурзенко Ксения Владимировна**, студентка каф. АХСиС; тел. (86352) 255-3-48.

**Murzenko Ksenij**, student, tel.: (86352) 255-3-48.

**4. Бырылов Иван Фадиалович**, аспирант каф. АХСиС; тел. (86352) 255-3-48; E-mail – ivan3a@mail.ru.

**Birilov Ivan**, post-graduate student, tel.: (86352) 255-3-48; E-mail – ivan3a@mail.ru.

**5. Кукоз Виктор Федорович**, доцент каф. физики; 346411, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, ЮРГТУ (НПИ), тел. (86352) 255-4-41.

**Kukoz Viktor**, senior lecturer, South-Russian State Technical University (Novocherkasskiy Polytechnic Institute), Novocherkassk, Rostov region, Prosveschenia, 132. tel.: (86352) 255-4-41.



**«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

Угльные 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.

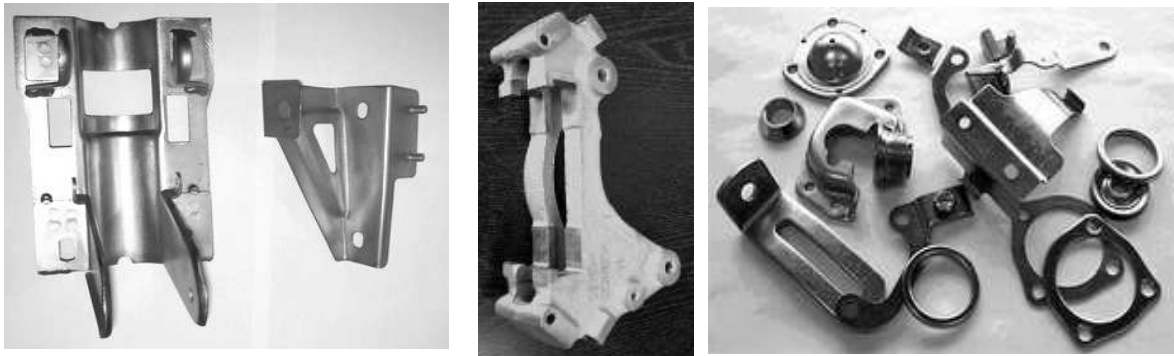
Broadoak Industrial Park, Ashburton Road West, Trafford Park  
Manchester M17 1RW England  
Тел./факс: (495)968-10-49, (499)259-24-55,  
E-Mail: [info@serfilco.ru](mailto:info@serfilco.ru), [www.serfilco.ru](http://www.serfilco.ru)

## ООО «АРБАТ»

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

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, БЛЕСКООБРАЗУЮЩИЕ ДОБАВКИ,  
ХИМИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ ГАЛЬВАНОТЕХНИКИ, ХРОМИТОВАНИЕ  
без Cr(VI)

Подробнее на: [www.galvanicrus.ru](http://www.galvanicrus.ru)



Цинкование в щелочном и слабокислом электролитах



Хромирование без Cr(VI)

Механическое цинкование

Наша продукция:

Блескообразующие композиции **НТЦ-Р** для щелочного цинкования,

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

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

Композиции Хромит-1А и Хромит-2А для бесцветного и радужного пассивирования (хромирования) цинковых покрытий, не содержит Cr(VI);

**Смесь БФЦ-А** для хромирования алюминия;

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

Фирма «АРБАТ» производит более 30 химических продуктов для машиностроения

Наши партнеры:

ОАО «АВТОВАЗ», СП «ГМ-АВТОВАЗ» и их субпоставщики

**Свыше 40 предприятий применяют продукцию фирмы «АРБАТ»**

УДК 621.357:628.3:661.185.1

## **Исследование процесса электрофлотационного извлечения железа (III) и эмульгированного масла в присутствии анионных ПАВ из водных стоков**

**Воробьева О.И., Колесников А.В., Капустин Ю.И.**

*Ключевые слова: электрофлотация; стоки с примесями ионов железа; эмульгированное масло; анионные ПАВ; степень извлечения*

Рассмотрена возможность совместного использования стоков сернокислого травления деталей и стоков операции обезжиривания, содержащих эмульгированное масло и поверхностно-активные вещества, для повышения эффективности очистки этих стоков как от ионов железа так и от органических примесей в электрофлотационном процессе. Показано, что в присутствии анионного ПАВ – додецилбензолсульфоната натрия степень извлечения железа повышается и при pH 6–7 достигает 99%. Степень извлечения ПАВ за счет сорбции на дисперсной фазе гидроксида железа (III) при этом повышается с 10 до 50 %. Степень очистки от примесей эмульгированного масла в присутствии АПАВ и ионов железа (III) при электрофлотации составляет 63% и 94–95%, соответственно.

## **A Study of the Electroflotation Process for the Recovery of Iron (III) and Emulsified Oils from Waste Water in the Presence of Anionic Surfactants**

**Vorobyeva O.I., Kolesnikov A.V., Kapustin Y.I.**

*Key words: electroflotation; waste water with iron-ion; emulsified oil; anionic surfactant; removing efficiency*

A use of waste water from the pickling operation which contains ferrous ions and waste water from alkaline cleaning for the improvement of waste treatment in the electroflotation process is discussed. In the presence of an anionic surfactant-sodium dodecyl benzyl sulfonate at the concentration of 100–200 mg/l a degree of iron recovery was shown to increase and reached 99% at the pH 6–7, while the degree of the removal of the surfactant increases from 10% up to 50% due to the adsorption at a dispersed ferric hydroxide. Without preliminary reagent treatment admixtures of emulsified oils in the presence of anionic surfactants are removed in the electroflotator at low degree – about 30%. The presence of anionic surfactants stabilizes oil emulsion. After the treatment of a

model solution with ferric chloride within pH range 6,5 to 8 the efficiency of electroflotation treatment with respect to organic contaminants is 63% and for ferric ions 94–95%. Thus, the results of the study demonstrate that waste water from plating shops can be used for mutual purification treatment: acid waste from pickling operation, containing iron ions, and alkaline waste from cleaning, containing oils and anionic surfactants are mixed and purified by electroflotation. Sodium dodecyl benzyl sulfonate (up to 200 mg/l) improves the removal of iron from waste water and ferric hydroxide acts as a coagulant and organic contaminants are sorbed on its surface, which results in higher efficiency of the purification by means of electroflotation without the use of any chemicals.

### **Введение**

Гальваническое производство является крупным потребителем воды, которая используется как на этапе подготовки деталей перед об-

работкой, так и для последующей их промывки. В результате этого образуются большие объёмы различных по составу стоков: кислотные стоки, щелочные, содержащие минеральные соли и ор-

ганические примеси, такие как поверхностно-активные вещества и масляные загрязнения. Для регенерации и возврата водных ресурсов в технологический цикл в настоящей работе поставлена задача использования стоков, содержащих ионы железа после операции травления в серной кислоте стальных деталей, и стоков операции обезжиривания, загрязненных примесями масла и поверхностно-активными веществами, для взаимоочистки в электрофлотационном процессе. Электрофлотационный метод, как показано в ранее [1,2], имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами для проведения локальной очистки стоков гальванических линий.

Степень очистки водных растворов от примесей поверхностно-активных веществ в электрофлотаторе периодического действия без предварительной реагентной обработки, как показано в наших публикациях, не превышает 10-20%. Использование коагулянтов [3-5] позволяет существенно повысить степень извлечения ПАВ и примесей нефтепродуктов за счет их сорбции на поверхности дисперсной фазы. Так, степень извлечения анионного ПАВ – додецилсульфата натрия (NaDDS) при электрофлотации в присутствии коагулянтов на основе сульфата алюминия и алюмокремниевое флокулянт-коагулянта (АК-ФК) повышается до 50%. Степень извлечения неионогенных ПАВ в присутствии АКФК в сочетании с флокулянтом может достигать 60-80%, а степень извлечения эмульгированных нефтепродуктов (моторных топлив и масла) в присутствии анионных ПАВ – 83-89%.

Соли железа также можно использовать в качестве коагулянтов для удаления примесей нефтепродуктов и ПАВ из промышленных стоков. Произведение растворимости для гидроксида железа (III) имеет значение  $PP\ 3,2 \cdot 10^{-38}$ , поэтому в водном растворе в широком диапазоне pH ионы железа находятся в форме малорастворимого гидроксида. Процесс извлечения малорастворимых соединений железа (III) из водных стоков методом электрофлотации хорошо изучен и описан в литературе и успешно применяется на практике.

#### **Методика эксперимента**

Исследования проводили на модельных растворах, содержащих примеси ионов железа (II) и (III), эмульгированные масляные загрязнения (минеральное масло Shell HeliX), ПАВ анионного типа – додецилбензолсульфонат натрия (NaDBS) и додецилсульфат натрия (NaDDS) и сульфат натрия в количестве 1 г/л для создания постоянной ионной силы.

Очистку модельных растворов проводили в электрофлотаторе периодического действия цилиндрической формы, снабженном сливным

краном для отбора проб на анализ в нижней части сосуда. Электродный комплект расположен в донной части аппарата. Катод (сетка из нержавеющей стали с размером ячеек 0,5x0,4 мм и толщиной проволоки 0,3 мм) расположен над анодом, изготовленным из титановой пластинки с пленочным покрытием из оксидов кобальта и рутения (ОРТА).

Анализ раствора на содержание в нем ионов железа проводили атомно-абсорбционным методом. После отбора пробы в мерную колбу добавляли несколько миллилитров азотной кислоты для полного растворения гидроксида железа (pH ~2).

Содержание примесей масла и ПАВ определяли бихроматным методом и оценивали в единицах ХПК (мгО/л). Для пересчета концентрации ПАВ в мг/л использовали калибровочные графики. Степень извлечения примесей рассчитывали по формуле:

$$\alpha = (C_{\text{до фл.}} - C_{\text{после фл.}}) / C_{\text{до фл.}} \cdot 100\%,$$

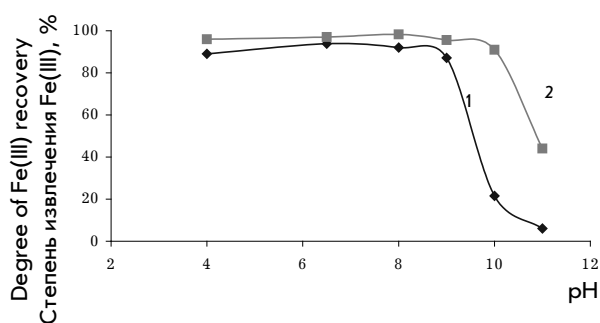
где  $C_{\text{до фл.}}$  и  $C_{\text{после фл.}}$  – концентрация примесей до и после флотации. Для расчета суммарной степени извлечения органических примесей вместо концентраций использовали значения ХПК до и после очистки.

#### **Результаты и обсуждение**

Для достижения поставленной задачи было изучено влияние анионных ПАВ, наличия масляных эмульсий и их устойчивость на эффективность электрофлотационной очистки водных растворов от примесей ионов железа.

Степень извлечения железа (III) из модельного раствора во всем интервале pH повышается при введении NaDBS (рис.1 кр.2). Наивысшая степень извлечения наблюдается в интервале pH 6-8 и достигает 98-99 %. При этом степень извлечения ПАВ составляет 50 %. Существенно повысить степень извлечения железа удастся и в щелочной области при pH 10 и 11. Повышение степени извлечения железа в присутствии NaDBS предположительно можно объяснить сорбционными явлениями. Анионный ПАВ сорбируется на поверхности дисперсной фазы коагулянта гидрофильным концом, в результате чего поверхность коагулянта становится более гидрофобной, и адгезия малополярных пузырьков газа с дисперсными частицами коагулянта улучшается. В результате образуется устойчивый флотокомплекс и дисперсная фаза гидроксида железа (III) более полно извлекается при электрофлотации.

Аналогичное влияние на степень извлечения гидроксида железа (III) при электрофлотации оказывает и додецилсульфат натрия. В интервале pH 4 ÷ 8 степень извлечения по железу состав-



**Рис. 1.** Степень извлечения железа (III) при электрофлотации из модельных растворов в зависимости от pH: 1. - Fe<sup>3+</sup> 20 мг/л, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 г/л; 2. NaDBS 100 мг/л; i<sub>v</sub> 0,4 А/л, τ 20 мин.

**Fig. 1.** Removing efficiency of the iron (III)-ions after electroflotation from model solutions: 1.- Fe<sup>3+</sup>20 мг/l, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 г/l; 2. - 1.+ NaDBS 100 мг/l; i<sub>v</sub> 0,4 А/l, τ 20 min

ляет 98,8% при исходных концентрациях железа (III) – 20 мг/л и 100 мг/л NaDDS. Однако степень извлечения NaDDS в этих условиях меньше, чем степень извлечения NaDBS.

Влияние концентрации ионов железа в модельном растворе на эффективность процесса извлечения ионов железа было изучено при трех значениях pH (Табл. 1.).

Как видно из таблицы, в растворах с pH 4 при концентрации ионов железа 10 мг/л степень извлечения как ПАВ, так и гидроксида железа невысока и составляет 10 и 4,5%, соответственно. Увеличение концентрации ионов железа до 20-100 мг/л приводит к увеличению степени из-

влечения ПАВ до 46 %, а гидроксида железа до 96 – 98%. При pH раствора 6,5 и содержании в нём Fe<sup>3+</sup> 50 мг/л степень извлечения ПАВ достигает 50%. Дальнейшее увеличение концентрации ионов железа приводит к снижению степени извлечения ПАВ до 32 %. Наибольшая степень извлечения дисперсной фазы гидроксида железа при электрофлотации наблюдается при pH 6,5 и концентрации Fe<sup>3+</sup> 50 и 100 мг/л.

При pH 8 степень извлечения ПАВ несколько снижается и не превышает 32%. Степень извлечения гидроксида железа остается достаточно высокой во всем интервале концентраций ионов Fe<sup>3+</sup>.

Таким образом, наиболее оптимальными условиями для совместного извлечения NaDBS и гидроксида железа (III) являются pH 6,5 и концентрация Fe<sup>3+</sup> 50 мг/л.

Весьма существенное влияние на эффективность процесса очистки раствора от примесей ионов железа и ПАВ при электрофлотации оказывает концентрация NaDBS (Табл. 2).

Как видно из табличных данных, степень извлечения ПАВ при его концентрации 20 мг/л невысока. Повышение концентрации NaDBS до 100 мг/л приводит к увеличению степени очистки до 50%. Дальнейшее увеличение концентрации АПАВ в модельном растворе снижает эффективность процесса и при содержании его в количестве 500 мг/л степень извлечения не превышает 2%. Степень извлечения железа в интервале концентраций ПАВ от 20 до 200 мг/л остается достаточно высокой, а при концентрации 500 мг/л также

**Таблица 1.** Степень извлечения (α) NaDBS и Fe(III) при различных концентрациях ионов Fe<sup>3+</sup> pH электролита.  
**Table 1.** Removing efficiency (α) of NaDBS and Fe(III) at different concentrations of iron (III)-ion and solution pH

pH	C(Fe <sup>3+</sup> ), мг/л	α <sub>NaDBS</sub> , %	α <sub>Fe<sup>3+</sup></sub> , %
4,0	10	10,0	4,5
	20	46,4	96,0
	50	46,0	98,3
	100	46,0	98,1
6,5	10	12,7	16,8
	20	24,5	97,4
	50	50,0	99,3
	100	32,7	99,8
8,0	10	21,8	81,1
	20	24,1	98,3
	50	29,6	98,6
	100	32,2	99,0

NaDBS 100 мг/л, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 г/л, τ 20 мин, i<sub>v</sub> 0,4 А/л.  
NaDBS 100 мг/l, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 г/l, τ 20 min, i<sub>v</sub> 0,4 А/l.

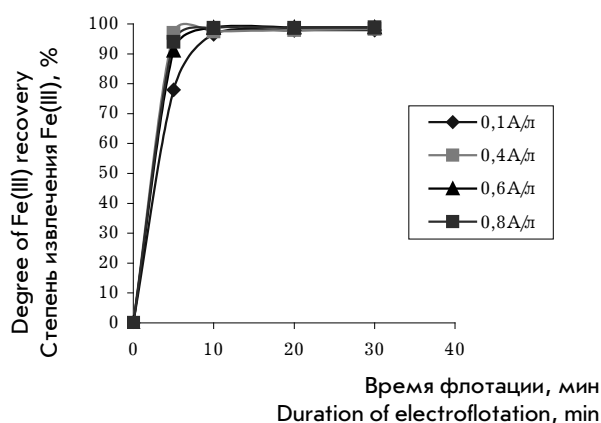
**Таблица 2.** Степень извлечения ПАВ и ионов  $Fe^{3+}$  при различных концентрациях NaDBS.  
**Table 2.** Removing efficiency of surfactant and  $Fe^{3+}$  at different concentrations of the NaDBS

Концентрация NaDBS, мг/л	Степень извлечения NaDBS, %	Степень извлечения $Fe^{3+}$ , %	Остаточная концентрация $Fe^{3+}$ , мг/л
20	6	98,7	0,66
50	45	98,5	0,76
100	50	99,4	0,30
200	44	97,8	1,10
500	2	6,0	47,19

$Fe^{3+}$  50 мг/л,  $Na_2SO_4$  1 г/л,  $\tau$  20 мин,  $i_v$  0,4 А/л, pH 6,5  
 $Fe^{3+}$  50 мг/л,  $Na_2SO_4$  1 г/л,  $\tau$  20 мин,  $i_v$  0,4 А/л, pH 6,5

резко падает и составляет всего 6%. Поэтому, при очистке необходимо регулировать процесс таким образом, чтобы концентрация ПАВ в очищаемых стоках не превышала 100-200 мг/л.

Процесс извлечения гидроксида железа (III) протекает достаточно быстро (рис. 2)

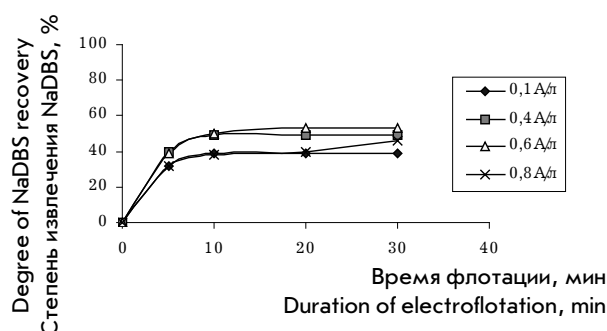


**Рис. 2.** Влияние времени флотации на степень извлечения железа (III) при различных  $i_v$ . NaDBS 100 мг/л,  $Fe^{3+}$  50 мг/л,  $Na_2SO_4$  1 г/л, pH 6,5.

**Fig. 2.** Removing efficiency of  $Fe(OH)_3$  at different current density vs. electroflotation time. NaDBS 100 мг/л,  $Fe^{3+}$  50 мг/л,  $Na_2SO_4$  1 г/л, pH 6,5

При плотностях тока 0,4 и 0,6 А/л максимум степени извлечения железа (III) (98-99%) достигается уже через 10 и 5 минут флотации, соответственно. При дальнейшем увеличении плотности тока степень извлечения железа меняется незначительно.

Кинетика процесса извлечения анионного ПАВ представлена на рисунке 3. Как видно, при всех плотностях тока кинетическая кривая выходит на предел через 10 минут флотации. Варьирование плотности тока от 0,1 до 0,6 А/л приводит к повышению степени извлечения на 10 - 15%. При  $i_v$  0,8 А/л эффективность процесса несколько



**Рис. 3.** Зависимость степени извлечения NaDBS от времени флотации при различных  $i_v$ . NaDBS 100 мг/л,  $Fe^{3+}$  50 мг/л,  $Na_2SO_4$  1 г/л, pH 6,5.

**Fig. 3.** Removing efficiency of NaDBS at different current density vs. electroflotation time. NaDBS 100 мг/л,  $Fe^{3+}$  50 мг/л,  $Na_2SO_4$  1 г/л, pH 6,5

снижается за счет турбулентных потоков газовых пузырьков и разрушения пенного слоя. Максимальная степень очистки от примесей ПАВ наблюдается при  $i_v$  0,6 А/л и составляет 53%.

При травлении стальных деталей в серной кислоте преимущественно образуются ионы железа (II). Поэтому было интересно изучить их влияние на эффективность электрофлотационной очистки стоков от ионов Fe (II) и NaDBS. На рисунке 4 представлена зависимость степени извлечения железа в интервале pH от 7 до 10 в растворах, содержащих ионы железа без ПАВ (кривая 1) и в присутствии NaDBS (кривая 2). Поскольку ионы железа (II) в этом интервале pH легко окисляются до Fe (III), то в модельном растворе существуют ионы в разных степенях окисления. Без ПАВ максимальная степень извлечения по ионам железа всего 93% наблюдается при pH 8. Как видно из рисунка, степень извлечения железа в присутствии ПАВ повышается только при pH 7 на 10% и при pH 10 примерно на 20%. А в слабощелочной среде введение анионного ПАВ в раствор тормозит процесс очистки. Степень извлечения ПАВ в указанном

интервале рН составляет 12-20%. Таким образом, наличие ионов железа (II) отрицательно сказывается на эффективности электрофлотационной очистки. Перед электрофлотационной очисткой таких стоков необходимо полностью окислить ионы железа (II) до железа (III).

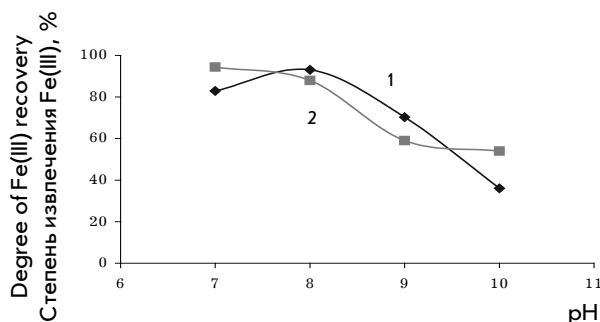


Рис. 4. Зависимость степени извлечения железа (II,III) от рН (iv 0,4 А/л и τ 20 мин): 1. - Fe<sup>2+</sup> 20 мг/л, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 г/л; 2. - 1. + NaDBS 100 мг/л.

Fig. 4. Dependence of removing efficiency of iron-ions (II,III) vs. pH (iv 0,4 A/l, τ 20 min): 1.- Fe<sup>2+</sup> 20 mg/l, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 g/l; 2. - 1.+ NaDBS 100 mg/l

Стоки после операции обезжиривания наряду с поверхностно-активными веществами содержат взвешенные вещества и масляные загрязнения. В качестве модельных систем изучены растворы, содержащие минеральное машинное масло «Shell» и ПАВ NaDDS и NaDBS. Наличие ПАВ в стоках приводит к стабилизации эмульсии, повышает агрегативную и седиментативную устойчивость, что приводит к повышению содержания примесей масла в воде и образованию более мелких капель, что затрудняет их извлечение при очистке. Седиментационный анализ по кривым отстаивания эмульсий позволил оценить средний радиус капель и их содержание в указанных системах (рис.5).

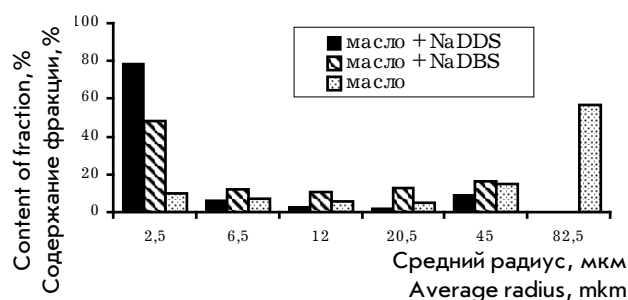


Рис. 5. Средний радиус капель эмульсии масла и их содержание в модельных системах.

Fig. 5. Average radius of the emulsified oil drops and its content in model systems

В присутствии NaDDS содержание мелких капель эмульсии с радиусом 2,5 мкм и менее достигает 80%. Такие капли эмульсии не извлекаются без предварительной реагентной обработки ни при отстаивании, ни при электрофлотации. В присутствии NaDBS содержание мелких капель эмульсии достигает 50%. Без ПАВ в растворе преобладают крупные капли эмульсии с радиусом примерно 80 мкм, которые легко всплывают на поверхность, образуя масляную пленку. Как показано в обзоре [6], извлечение эмульсий нефтепродуктов с радиусом капель менее 10 мкм возможно при использовании гетерокоагуляции. Было изучено влияние коагулянта на основе соли железа (III) на эффективность очистки модельных растворов, содержащих эмульгированное масло и NaDBS при различных значениях рН (таблица 3).

Как видно из таблицы, суммарная степень извлечения органических примесей, рассчитанная из величины ХПК, существенным образом зависит от кислотности среды. При рН 4 степень извлечения составляет примерно 78%, в нейтральной и щелочной средах при рН 11 степень извлечения не превышает 28%. В кислой среде дисперсные частицы коагулянта заряжены положительно,

Таблица 3. Степень извлечения железа (III) и органических примесей при различных рН  
Table 3. Removing efficiency of iron-ions (III) and organic contaminants at different pH

рН	ХПК <sub>до</sub> , мгО/л	ХПК <sub>после</sub> , мгО/л	Σ ст. изв. масла и NaDBS, %	Степень извлечения железа (III), %
4,0	1238,1	275,6	77,7	65,5
6,5	1038,8	487,6	53,0	94,1
8,0	1249,8	462,2	63,0	95,2
11,0	1532,2	1108,5	27,6	41,0

Масло 1мл/л, NaDBS 100 мг/л, Fe<sup>3+</sup> 20 мг/л, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 г/л; i<sub>v</sub> 0,4 А/л, τ 20 мин  
Oil 1ml/l, NaDBS 100 mg/l, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 g/l, Fe<sup>3+</sup> 20mg/l; i<sub>v</sub> 0,4 A/l, τ 20 min



поэтому отрицательно заряженные капли эмульсии масла, стабилизированные анионным ПАВ, лучше сорбируются на его поверхности и степень извлечения органических примесей повышается. Если максимальные степени извлечения масла и ПАВ наблюдались при pH 4, то само железо в этих условиях извлекается только на 66%. Степень извлечения Fe (III) 94 – 95 % наблюдается при pH 6,5 – 8,0. Степень извлечения органических примесей в этих условиях составляет 53–63%.

#### **Заключение**

Проведенные исследования показали принципиальную возможность использования стоков, содержащих ионы железа (III) и обезжиривающих растворов, содержащих анионные ПАВ, для взаимоочистки в электрофлотационном процессе. Наличие NaDBS (до 200 мг/л) в очищаемых растворах при pH 6,5 приводит к повышению степени извлечения примесей железа примерно до 99,5%. Степень извлечения ПАВ и масляных загрязнений за счет сорбции их на поверхности дисперсной фазы гидроксида железа также возрастает и достигает 63% без дополнительного использования различных флокулянтов. Изучено влияние плотности тока и времени флотации и предложен оптимальный режим обработки при использовании электрофлотатора периодического действия.

#### **Список литературы**

1. Колесников В.А. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / В.А. Колесников, В.И. Ильин, Ю.И. Капустин, и др. – М.: Химия, 2007. – 303 с.
2. Кокарев Г.А. Современные технологии электрохимической водоочистки с регенерацией ценных компонентов в гальваническом производстве / Г.А. Кокарев, В.А. Колесников, Е.А. Шалыт // Вестник «Ной-Хау». – 1992. – Вып.1, – С.57-59.
3. Колесников В.А. Электрофлотационная очистка сточных вод от неионогенных поверхностно-активных веществ / В.А. Колесников, Ю.И. Капустин, О.И. Малючева, М.С. Гречина // Химическая промышленность сегодня. – 2005. – № 12. – С. 50-55.
4. Гречина М.С. Применение электрофлотационной технологии для очистки водных растворов от примесей ПАВ / М.С. Гречина, В.А. Колесников, Ю.И. Капустин, О.И. Воробьева // В сб. «Успехи в химии и химической технологии». – 2006. – Т.20. – №9. – С. 75-78.
5. Колесников В.А. Извлечение эмульгированных нефтепродуктов из водных стоков методом электрофлотации / В.А. Колесников, Ю.И. Капустин, О.И. Воробьева, Г.М. Бондарева, Е.В. Матвеева // Вода: химия и экология. – 2008. – № 2. – С. 19-24.
6. Кузубова Л.И., Морозов С.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод: Аналитический обзор // СО РАН ГПНТБ, НИОХ. – Новосибирск, – 1992. – 72 с.

#### **Сведения об авторах**

**Воробьева Ольга Ивановна**, к.х.н., доцент, старший научный сотрудник. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. 125047, г. Москва, Миусская пл., 9, РХТУ им. Д.И. Менделеева, тел.: 7(499)978-61-70.

**Vorobyeva Olga Ivanovna**, senior scientist. D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. 125047, Moscow, Miusskaya Sq., 9. Tel: 7(499)978-61-70.

**Колесников Артём Владимирович**, инженер. «Технопарк». РХТУ им. Д.И. Менделеева.

**Kolesnikov Artem Vladimirovich**, engineer, «Technopark». D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia.

**Капустин Юрий Иванович**, доктор педагогических наук, профессор, проректор по учебной работе, РХТУ им. Д.И. Менделеева. Тел.: 7(499) 978-87-40, e-mail: kap@muctr.ru.

**Kapustin Yuriy Ivanovich**, Doctor of pedagogical science, professor, vice-rector of D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Tel.: 7(499) 978-87-40, e-mail: kap@muctr.ru

УДК 621.35, :504

## **Об эффективности использования погружных электрохимических модулей в ваннах улавливания после операции кадмирования. Опыт московских предприятий**

**Кругликов С.С., Сироткин В.И., Воробьева М.А.**

Ключевые слова: погружной электрохимический модуль, кадмирование, защита окружающей среды

Описан успешный опыт длительной эксплуатации погружных электрохимических модулей (ПЭМ) в ваннах улавливания на операциях кадмирования. При непрерывной работе ПЭМ вынос кадмия в сточные воды практически полностью устраняется. При отсутствии ПЭМ концентрация кадмия в ванне улавливания достаточно быстро достигает концентрации кадмия в гальванической ванне.

## **Successful Operation of Immersed Electrochemical Modules in a Number of Moscow Plating Shops**

**Kruglikov S.S., Sirotkin V.I., Vorobyova M.A.**

Key words: cadmium plating, electrochemical modules, environment protection

Industrial experience for long-time operation of immersed electrochemical modules (IEM) in reclaim tanks after cadmium plating is described. Continuous operation of IEM results in practically complete elimination of cadmium emission into waste water. In the absence of IEM cadmium concentration in the rinse water in the reclaim tanks is rapidly approaching that in the plating tank. The process described creates a closed-loop technology for cadmium plating process.

В тех случаях, когда после ванн с растворами, содержащими ионы кадмия (растворы кадмирования, осветления, пассивирования, снятия кадмия), используются ванны улавливания, можно успешно решить проблему попадания кадмия в сточные воды, установив в ванны улавливания погружные электрохимические модули (ПЭМ). В настоящее время имеется достаточно данных по длительной (в течение ряда лет) работе ПЭМ в ваннах улавливания после операции кадмирования. В таблице приведены результаты анализов промывной воды в ваннах улавливания нескольких московских предприятий.

В гальваническом цехе одного из Московских предприятий (п. 1 в таблице) после успешной эксплуатации ПЭМ в течение нескольких лет перешли на новый режим работы ванны улавливания – удалили ПЭМ, а для борьбы с выносом ионов кадмия в стоки стали периодически сливать

воду из ванны улавливания и заменять ее свежей. Как видно из таблицы, в этом случае в начальный период вынос ионов кадмия из рабочей ванны в ванну проточной промывки, а из неё – в кислотно-щелочной сток достаточно низкий ( $a$  в п.1). Низкий вынос наблюдается лишь короткое время, а затем быстро возрастает ( $b$  и  $v$  в п.1), поскольку он всегда пропорционален концентрации ионов кадмия в ванне улавливания в данный момент времени. При этом концентрация ионов кадмия к концу стадии рабочего цикла ванны улавливания становится соизмеримой с концентрацией в ванне кадмирования. Это означает, что к концу цикла смены воды в ванне улавливания скорость поступления ионов кадмия в ванну проточной промывки и далее в сточные воды участка снизится всего лишь в несколько раз по сравнению с выносом ионов кадмия в отсутствие ванны улавливания. В этом случае отношение концентраций в рабочей ванне

Предприятие Company	Наличие ПЭМ IEM operation	Концентрация Cd <sup>2+</sup> (мг/л) в ванне улавл. Cd ions concen- tration in recl. tank, mg/l	Электролит кадмирования, г/л Composition of cadmium plating bath, g/l	Примечание Note
1	Нет	56 (а) 300(б) 1300 (в)	CdSO <sub>4</sub> 40-60 (NH) <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> 240-260 Уротропин 15-20, Hexam- ethylene tetraammine sulfate Диспергатор НФА 50-100 ОС-20 0,7-1,2, Surfactants	Ванну улавливания периодически сливают. Концентрация ионов кадмия постепенно возрастает от предыдущего слива до последующего (от а к б и в)T Reclaim tank is dumped peri- odically. Cd concentration is gradually rising up after dump- ing
2	Есть	1	CdO 15-30 NaCN 60-120 NaOH 10-20 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 40-60	ПЭМ работает непрерывно. IEM is operating continuously
3	Есть	2-3	CdO 30-40 NaCN 130-160 NaOH 10-25 (NH) <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> 30-40 Декстрин Dextrine 8-12	ПЭМ и весь участок работают в односменном режиме. Single-shift operation of IEM and the whole plating unit
4	Есть	2	CdO 35-45 NaCN 90-135 NaOH 20-30 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 40-50 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> не более 100	ПЭМ и весь участок работают в односменном режиме. Single-shift operation of the whole plating unit
5	Есть	125	CdO 15-30 NaCN 60-120 NaOH 10-20 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 40-60	Концентрация довольно высокая, потому что ПЭМ включали в последний раз за 8 дней до взятия пробы. Cad- mium concentration is relatively high since the IEM was switched on a week before sampling

Информацию о предприятиях можно получить у автора С.С. Кругликова

и в ванне улавливания показывает, во сколько раз снижается вынос кадмия в стоки благодаря наличию ванны улавливания. Таким образом, если промывную воду из ванны улавливания не сливать очень часто, то использование ванны улавливания не дает положительного эффекта.

Результаты эксплуатации ПЭМ в ванне улавливания в круглосуточном режиме при работе ванны кадмирования в одну смену иллюстрирует п. 2 в таблице – вынос ионов кадмия практически полностью устраняется.

Почти такие же результаты дает и одновременная работа ПЭМ и ванны кадмирования при односменном режиме (п. п. 3 и 4 в таблице), хотя, как и следовало ожидать, стационарное значение концентрации ионов кадмия в ванне улавливания при этом возрастает в 2-3 раза.

При нерегулярном режиме работы ПЭМ в ванне улавливания (п. 5) эффективность его использования многократно снижается – в приведенном примере приблизительно в 50 раз. За время простоя ПЭМ в течение нескольких суток содержание ионов кадмия в ванне улавливания,

а, следовательно, и их вынос в сточные воды успевают многократно возрасти. Таким образом, только в условиях одновременной работы ванны кадмирования и ПЭМ в ванне улавливания (п. 2) или непрерывном круглосуточном режиме работы ПЭМ вынос кадмия в стоки практически отсутствует – по данным, приведенным в таблице, он снижается в 15000 раз.

Следует отметить, что такая чрезвычайно высокая эффективность характерна для цианидных электролитов. Для кислых растворов достигается лишь сто- двухсоткратное снижение.

Важная особенность рассматриваемого процесса - образование замкнутого, то есть практически безотходного, технологического цикла для кадмия, поскольку весь кадмий, извлеченный из промывной воды в ванне улавливания, возвращается в технологический процесс. Для этого катод с выделившимся на нем кадмием периодически выгружают из ванны улавливания и завешивают на анодную штангу ванны кадмирования, где происходит полное растворение осадка кадмия.

#### **Сведения об авторах**

**Кругликов Сергей Сергеевич**, профессор, д.х.н., кафедра ТЭП, РХТУ им. Д.И.Менделеева, 125047, Москва, Миусская площадь д. 9., 8-916-616-96-99

**Dr. Sergey S. Kruglikov**, Professor . Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, 125047, Moscow, Miusskaya sq. 9, skruglikov@mail.ru, 8-916-616-96-99

**Сироткин Виктор Игоревич**, Руководитель департамента. ФГУП ГНКЦ им. М.В. Хруничева, Москва, 111087, ул. Новозаводская, 18, тел. 8-495-145-99-97

**Victor I. Sirotkin**. Head of Dept., Khrunichev Plant, 111087, Moscow, Novozavodskaya str.,18, 8-495-145-99-97

**Воробьева Мария Андреевна** студентка, РХТУ им. Д.И.Менделеева, Москва, **Mariya A.Vorobyeva**, Student, Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, mariya\_vorobevea@list.ru, 8-926-662-38-71

**ГРАНИТ-М**

**СОВРЕМЕННОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

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

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

**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



## 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](mailto:semm@online.ru)**

## Профессору Ю.П. Зайкову 60 лет



Зайков Юрий Павлович родился 10 октября 1949 года в городе Первоуральске Свердловской области. Окончил физико-технический факультет Уральского политехнического института в 1973 году. В 1977 году защитил кандидатскую диссертацию, а в 1992 г. докторскую диссертацию (д.х.н.). В 2001 году ему присвоено звание профессора.

Со времени окончания политехнического института Зайков Ю.П. работает в Институте высокотемпературной электрохимии УрО РАН, где прошел путь от аспиранта до заведующего лабораторией и директора института. В течение 5 лет работал профессором на физико-техническом факультете, а с 2000 года является заведующим кафедрой технологии электрохимических производств Уральского государственного технического университета-УПИ.

Ю.П. Зайков известный ученый, его труды в области термодинамики и кинетики электродных процессов получили признание как у нас в стране, так и за рубежом. Он успешно развивает созданное им научное направление, связанное с исследованием комплекса физико-химических свойств низкотемпературных ионных расплавов. Разработка и изучение низкоплавких и малогигроскопичных электролитов позволяет выйти на принципиально новый технологический уровень как в

области электролитического получения и рафинирования металлов, так и в сфере других наукоемких производств: источников тока, электрохимических сенсоров и датчиков. Научные разработки Ю.П.Зайкова нашли практическое применение в производстве лёгких металлов. С 90-х годов по технологии, предложенной Ю.П. Зайковым, работает электролизный цех по производству кальция в г. Электросталь. По результатам исследований Юрием Павловичем опубликовано свыше 350 научных работ (в том числе 24 изобретения и патента РФ). Он подготовил 10 кандидатов наук.

Ю.П.Зайков является крупным организатором науки. На посту директора Института высокотемпературной электрохимии он много внимания уделяет укрупнению научных тем, расширению участия Института в научных и образовательных программах, сохранению и развитию связей с промышленностью, привлечению к работе молодых ученых. Ю.П. Зайков является руководителем ряда проектов по программе фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения химии и наук о материалах РАН, его постоянно привлекают в составе Оргкомитетов к участию в международных, всесоюзных и всероссийских научных конференциях. Под его руководством ведутся крупные хозяйственные договора с предприятиями Уральской горно-металлургической компании, Агентством по атомной энергии РФ, компаний «Русал», «Суал» и др. Он является членом Объединенного Учёного совета Уральского Отделения РАН по химическим наукам, председателем учёного совета Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН, членом редколлегии журнала «Расплавы» и трех Диссертационных советов по присуждению учёных степеней докторов наук, один из которых в Республике Казахстан.

Профессор Ю.П.Зайков ведёт активную научно-педагогическую деятельность. С октября 2000 г. он возглавил кафедру технологии электрохимических производств УГТУ-УПИ, которая в 2005 и в 2007 годах по результатам рейтинга занимала 1 место в университете среди выпускающих кафедр. Дважды кафедра становилась первой среди родственных кафедр России. В 2008 году образовательная программа «Технология электрохимических производств» первая в Уральском регионе успешно прошла общественно-профессиональную аккредитацию образовательных программ в области техники и технологии. Кафедра ТЭХП в составе НОЦ-1 являлась участником ин-



## СОВЕЩАНИЕ ПО ГАЛЬВАНОТЕХНИКЕ В КИРОВЕ

С 5 по 8 октября 2009 г. в г. Кирове состоялось XIV Всероссийское совещание «Совершенствование технологии гальванических покрытий», организованное кафедрой технологии электрохимических производств (ТЭП) ГОУ ВПО «Вятский государственный университет» при участии Федерального агентства по образованию, Российского химического общества им. Д.И. Менделеева, Российского общества гальванотехники, обработки поверхности и защиты от коррозии, Научного совета РАН по электрохимии.

Совещание было посвящено 40-летию кафедры ТЭП ВятГУ. С сообщениями на эту тему выступили профессор кафедры Ю.П. Хранилов и основатель кафедры доцент Т.М. Овчинникова. В докладе зав. кафедрой ТЭП РХТУ им. Д.И. Менделеева В.Н. Кудрявцева были рассмотрены современное состояние и тенденции развития гальванического производства в России и за рубежом. В последующих выступлениях эта тема была конкретизирована. Так, директор ООО «Арбат» (г. Тольятти) В.В. Окулов ознакомил слушателей с современными технологиями цинкования в автомобилестроении. С большим интересом были выслушаны доклады генерального директора НТК «Процесс» (Санкт-Петербург) Н.А. Харламовой «Методы и средства организации ресурсосберегающих гальванических производств», генерального директора ООО РАДАН (Санкт-Петербург) В.А. Пальцева «Основы организации гальванохимических производств и очистных сооружений», профессора кафедры ТЭП РХТУ В.И. Харламова «Пути снижения экологической опасности гальванохимического производства», главного технолога НПП «Экомет» (Москва) В.В. Черных «Экологически малоопасные пути повышения коррозионной стойкости цинковых покрытий», начальника технологического отдела НТК «Процесс» М.С. Лянгасова «Компактное гальваническое оборудование опытных приборостроительных производств», представителя ООО «Сонис» (Москва) Б.М. Байзульдина о технологии бесцианистого меднения. Зав. кафедрой ТЭП КГТУ (г. Казань) Р.А. Кайдриков рассказал о теории и практическом осуществлении процесса высокоскоростного селективного электроосаждения металлов в технологии ремонта оборудования. Доклады ведущего специалиста ООО «Гальванические технологии» (Нижний Новгород) В.В. Ананченко и зам. генерального директора ООО «Навиком» (Ярославль) С.В. Баранова были посвящены новейшим разработкам выпрямителей для гальванических производств. Тематика докладов сотрудников кафедры – организатора совещания (зав. кафедрой С.В. Шишкиной, доцентов Р.А. Домрачева, Т.В. Еремеевой, преподавателя М.Н. Боброва) затрагивала различные аспекты безотходных технологий в гальванотехнике.

Всего в изданных к совещанию тезисах докладов представлены 46 публикаций из 25 вузов и фирм России и ближнего зарубежья (Украина, Беларусь).

**Хранилов Юрий Павлович**, профессор ГОУ ВПО «Вятский государственный университет» (610000 г. Киров, Московская ул., 36), профессор, к.т.н. E-mail: vgu\_tep@mail.ru Тел. 8 (8332) 32 14 86.

**Khranilov Yu.P.** Professor of the Dept. of Electrochemistry Engineering, Vyatka State University, 610000, Kirov, Moskovskaya St., 36. E-mail: vgu\_tep@mail.ru Tel.: 8 (8332) 32 14 86



## **КАФЕДРЕ ТЭП ВЯТГУ – 40 ЛЕТ**

### **Хранилов Ю.П.**

Кафедре ТЭП ВятГУ 40 лет. Приведена информация о создании кафедры технологии электрохимических производств Вятского государственного университета (бывший Кировский политехнический институт), научных направлениях, методических разработках, выпускниках кафедры. С 1971 по 2009 год кафедрой организовано и проведено 14 Всесоюзных (Всероссийских) совещаний «Совершенствование технологии гальванических покрытий».

## **40th Anniversary of Electrochemical Engineering Department, Vyatka State University (former Kirov Polytechnical Institute)**

### **Khranilov Yu.P.**

Information is given on the creation of the Department, its fields of research, text books and its graduates. 14 National Conferences have been organized on “Modern Achievements in the Electroplating technology” over period 1971 to 2009.

В 1963 г. в Кировском политехническом институте – КирПИ (ныне Вятский государственный университет – ВятГУ) был проведён первый приём абитуриентов на специальность «Технология электрохимических производств» (ТЭП). Увеличение выпуска инженеров этой специальности в Советском Союзе было обусловлено бурным ростом машиностроения в 60-е годы прошлого века (созданием и модернизацией предприятий военно-промышленного комплекса, автомобильной промышленности). Основными потребителями кадров инженеров-электрохимиков являлись и до сих пор являются гальванические производства.

4 ноября 1967 г. приказом по КирПИ из состава кафедры неорганической химии была выделена предметная комиссия технологии электрохимических производств. Её возглавила к.х.н. Тамара Михайловна Овчинникова, выпускница ЛГУ и аспирантуры при ЛТИ им. Ленсовета.

24 января 1969 г. приказом № 42 по Министерству высшего и среднего специального образования РСФСР в КирПИ была организована кафедра ТЭП. Первым заведующим кафедрой была назначена Т.М. Овчинникова. Она возглавляла кафедру до 1974 г. При ней был создан костяк преподавательского коллектива, заложены традиции кафедры, в том числе широкое внедрение научных исследований в учебный процесс и регулярное проведение Всесоюзных (сейчас Всероссийских) совещаний по гальванотехнике. Всего с 1971 по 2009 г. кафедрой организовано и проведено 14

совещаний «Совершенствование технологии гальванических покрытий» с участием представителей промышленности и ведущих исследовательских центров из России и других республик бывшего СССР (Украина, Молдова, Литва). Эти совещания явились своеобразным катализатором технического прогресса в области гальванотехники в г. Кирове и области и в других регионах страны.

В 1974 – 1978 гг. и в 1980 – 1986 гг. кафедру возглавлял Ю.П. Хранилов, в 1978 – 1980 гг. – В.А. Лихачёв; с конца 1986 г. кафедрой бессменно руководит профессор Светлана Васильевна Шишкина.

Много внимания на кафедре уделяется методическому обеспечению учебного процесса. Подготовлены и изданы 19 учебных пособий, в том числе 10 – с грифом Минвуза РСФСР или Минобразования РФ. С участием Ю.П. Хранилова в составе авторского коллектива в 1984 г. был издан учебник для вузов СССР «Прикладная электрохимия».

Научные исследования на кафедре развивались по различным направлениям. Вот основные из них: изучение процессов наводороживания при гальвано-химической обработке и разработка мер по его снижению; исследование влияния кислотности в приэлектродном слое на электродные процессы; разработка технологий и оборудования для восстановления изношенных деталей машин методом гальванического железнения; исследование процессов в водоактивируемых химических источниках тока и совершенствование технологии изготовления электродов для них; экологическая

безопасность гальванических производств, в том числе вопросы рационального водоиспользования и переработки гальванических отходов; компьютерное моделирование электрохимических процессов; изучение свойств ионообменных мембран и разработка мембранных технологий. Результаты исследований реализованы в виде технологий, промышленных установок, изобретений, компьютерных программ, научных статей (в том числе и в зарубежной печати), диссертационных работ. На кафедре подготовлено 18 кандидатских диссертаций, в том числе 9 – по различным аспектам гальванотехники.

Кафедрой подготовлено 2408 инженеров-электрохимиков, в том числе 1893 по дневной форме обучения. Выпускники кафедры закрыли основную потребность в инженерном кадровом потенциале для цехов металлопокрытий и печатных плат предприятий г. Кирова и области, ряда предприятий Удмуртии («Ижмаш», Сарапульский электрогенераторный завод). Они успешно работают руководителями ЦЗЛ, цехов, техбюро, служб технического контроля, технологами, мастерами.

Ещё в советское время кировские электрохимики, уехав на работу по распределению, отлично себя зарекомендовали на машиностроительных предприятиях Москвы и Подмоскovie, Ленинграда, Куйбышева, Тольятти, Киева, Мин-

ска, Вильнюса и десятков других городов страны. И сейчас, после ликвидации системы распределения, выпускники кафедры находят себе работу по специальности в Москве и Санкт-Петербурге.

Несколько сот выпускников кафедры трудятся на Кирово-Чепецком химкомбинате. Многие из них руководят цехами, отделами, лабораториями.

Выпускники кафедры ТЭП занимают в г. Кирове и в области ведущие позиции в области экологии (руководители экологических служб области, промышленных предприятий, эксплуатационники очистных сооружений, переработчики токсичных отходов).

Среди выпускников кафедры два доктора наук и 47 кандидатов наук. 10 диссертаций посвящены технологическим либо экологическим аспектам гальванотехники.

**Хранилов Юрий Павлович**, профессор  
ГОУ ВПО «Вятский государственный университет» (610000 г. Киров, Московская ул., 36), профессор, к.т.н. E-mail: vgu\_tep@mail.ru Тел. 8 (8332) 32 14 86.

**Khranilov Yu.P.** Professor of the Dept. of Electrochemistry Engineering, Vyatka State University, 610000, Kirov, Moskovskaya St., 36. E-mail: vgu\_tep@mail.ru Tel.: 8 (8332) 32 14 86.



## 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](mailto:bmb@sonis-co.ru)

Поставляем предприятиям России и Белоруссии, со склада в Москве, и Украины, со склада в Харькове, **специальные фирменные химические добавки и прочие составы** мирового класса: технич-е моющие средства, плёнкообразующие составы, фосфатирующие концентраты, блескообразующие и другие добавки – для процессов:

- |                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| ➤ ОБЕЗЖИРИВАНИЕ     | ➤ <b>МЕДНЕНИЕ</b>          |
| ➤ ТРАВЛЕНИЕ         | ➤ НИКЕЛИРОВАНИЕ            |
| ➤ <b>ЦИНКОВАНИЕ</b> | ➤ ХРОМИРОВАНИЕ             |
| ➤ ХРОМАТИРОВАНИЕ    | ➤ ФОСФАТИРОВАНИЕ           |
| ➤ ХРОМИТИРОВАНИЕ    | ➤ <b>ХОЛОДНОЕ ЧЕРНЕНИЕ</b> |

**В условиях кризиса наиболее востребованы:**

- 1) бесцианистое щелочное цинкование «Колцинк»;
- 2) бесцианистое щелочное меднение «ЭПИ-БЦМ»;
- 3) холодное чернение «Инста-Блэк»

**НАШИ ДОБАВКИ – ВАШ УСПЕХ!**



Байзульдин Булат Мукаевич  
Гендиректор ООО «СОНИС»  
Представитель в СНГ  
фирм-изготовителей – «ЭПИ»,  
«Коламбия кемикал» и др.

## 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](mailto:gtech@muctr.ru)



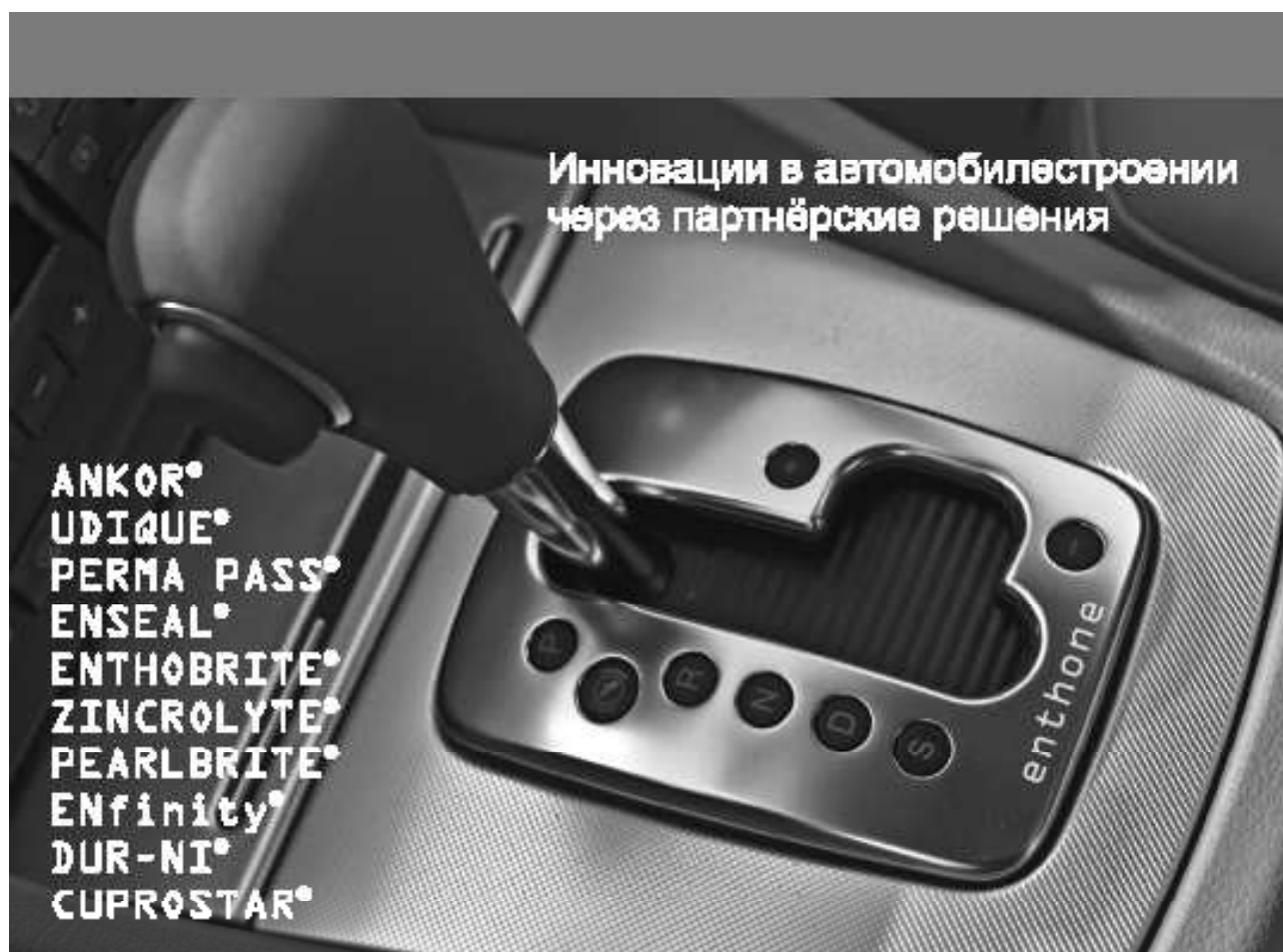
Наше предприятие образовано в 1991 году на базе ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт материалов» (ЦНИИМ) и имеет многолетний преемственный опыт в области электрохимической обработки и хромирования, базирующийся на разработках оборонного значения.

### Мы предлагаем:

- Разработку и изготовление:
  - нестандартного гальванического оборудования для нанесения хромовых покрытий на внутренние и наружные поверхности изделий.
  - оборудования для хромирования методом гальваноохнигирования с возможностью получения зеркальных покрытий, в т.ч. толщиной более 500 мкм.
  - оборудования для твердого хромирования штоков гидро-пневмоцилиндров любой номенклатуры.
  - оборудования для твердого износостойкого хромирования валков и оправок различных прокатных станов.
  - оборудования для электрохимической обработки в проточке электролита, в т.ч. формирование внутренней поверхности каналов труб.
- Поставку, шеф-монтаж, отработку технологии хромирования, ЭХО, запуск оборудования в промышленную эксплуатацию.
- Хромирование крупногабаритных тел вращения (L до 21000 мм, Ø до 2300 мм) на производственной базе ФГУП ЦНИИМ.

### Более подробную информацию Вы можете получить:

- на нашем сайте [www.galvanochrom.ru](http://www.galvanochrom.ru)
- по электронной почте [manager@galvanochrom.ru](mailto:manager@galvanochrom.ru)
- по телефонам: +7 (812) 336-93-82, +7 (812) 226-03-63



## 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 хром-никелевого 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 [enthone.ru](http://enthone.ru). Этот сайт создан Enthone для OEM автомобилестроения и их ключевых поставщиков покрытий.

enthone



Coolson Electronics

240 Тамбовит • 197258, г. Москва, • ул. 1-я Бухарская, д. 12/11, корп. 55 • тел./факс: (495) 325-35-48 (автоматический) • [info@enthone.ru](mailto:info@enthone.ru)  
Enthone GmbH • Копенгаген, датск. Anek Pilel • [info@coolsonelectronics.com](mailto: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)

## **2-я Международная Промышленная Выставка и Конференция INDUSTRYEXPO “Промышленность Урала – стратегия инновационного развития”**

**г. Екатеринбург, 26-30 октября 2009 года**

Во второй раз в столице Урала (г.Екатеринбург) состоялся проект, освещающий основные отрасли промышленности региона: Выставка и Конференция INDUSTRYEXPO.

### **Официальная поддержка:**

- Комитет Государственной Думы Федерального Собрания РФ по промышленности
- Аппарат полномочного представителя Президента Российской Федерации в УрФО
- Министерство международных и внешнеэкономических связей Свердловской области
- Комитет промышленной политики и развития предпринимательства администрации Екатеринбурга
- Уральское управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
- Союз машиностроительных предприятий Свердловской области

### **При участии:**

- Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
- Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (ИВТЭ УрО РАН)

### **Разделы выставки:**

- Технологии, оборудование и услуги для предприятий горно-металлургической отрасли
- Промышленная безопасность
- Покрытия и обработка поверхности
- Технологии, оборудование и услуги для предприятий энергетической отрасли
- Экология промышленных предприятий

Формат мероприятия позволил лидерам ведущих отраслей промышленности, ключевым представителям науки, государственных структур, бизнес-сообщества и общественных организаций обсудить на профессиональном уровне вопросы развития индустриальной сферы в современных условиях, обменяться опытом и наладить конструктивный диалог власти, науки и бизнеса. А также ознакомиться с новейшим оборудованием и технологиями, представленными участниками выставки.

На выставке были представлены следующие разделы: технологии, оборудование и услуги для предприятий горно-металлургической отрасли; промышленная безопасность; покрытия и обработка поверхности; технологии, оборудование и услуги для предприятий энергетической отрасли; экология промышленных предприятий.

В рамках деловой программы были проведены специализированные конференции по следующим разделам: «Современное состояние и перспективы развития промышленности Уральского региона»; «Экологическая и промышленная безопасность»; «Создание и функционирование гальванического производства»; «Состояние и перспективы высоко- и среднетемпературной электрохимической энергетики»; «Энергоэффективность в промышленности и коммунальном хозяйстве».

Были также проведены семинары на следующие темы: актуальные проблемы экологической безопасности; актуальные проблемы промышленной безопасности; новые технологии в промышленной диагностике.

В пленарном заседании принял участие и выступил с приветственной речью заместитель Министра промышленности и науки Свердловской области Турлаев В. В. Председатель Комитета промышленной политики и развития предпринимательства Екатеринбурга Матафонов М.Э. отметил, что Комитет активно работает над созданием единого современного гальванического центра, который будет аккумулировать гальванические процессы для крупнейших предприятий города. В связи с этим INDUSTRYEXPO уже включена в план выставок-ярмарок на 2010 год, проводимых при официальной поддержке Администрации Екатеринбурга.

### **Встреча власти, науки и бизнеса**

Встреча представителей государственной власти Екатеринбурга, отраслевых объединений, научных институтов и крупнейших производителей и поставщиков технологий по гальванопласти-

ке, посвященная вопросам создания единого современного гальванического центра на территории Свердловской области. Цели встречи преследовали ознакомление с существующими технологиями, выявление потребностей предприятий в тех или иных гальванических процессах. Все присутствующие подтвердили необходимость создания единого центра, обозначив, что, несмотря на необходимость серьезных финансовых и интеллектуальных вложений, такой трехсторонний подход обеспечит успешное осуществление поставленной задачи.

**На конференции по гальванотехнике** выступили представители РХТУ им. Менделеева, компаний «Манц» (ФРГ), «Атотех» (ФРГ), «СЕРФИЛКО» (США-Россия), РТС Инжиниринг, «АНДСТЕН», «Гальваногрупп», «Мценскпрокат» и др. Обсуждались следующие вопросы::

- тенденции развития горячего цинкования в Уральском регионе
- состояние гальванотехники в России и за рубежом на современном этапе
- современные специализированные электрические нагреватели для гальванических ванн
- пути снижения экологической опасности гальванических производств
- создание экономичных в эксплуатации гальванических линий
- создание замкнутого водооборота и регенерация рабочих растворов в гальваническом производстве
- экспресс-контроль электролитов при помощи ячейки Хула
- применение различных типов анодов в гальванических производствах
- реконструкция и техническое перевооружение гальванохимических производств и очистных сооружений
- перспективы участия Манц Гальванотехник в развитии российского гальванического производства
- применение современных конструкционных материалов в гальваническом производстве
- новые цинк-ламельные покрытия

**География посетителей выставки и конференции:**

42 города России: Березовский, Верхняя Пышма, Верхняя Салда, Екатеринбург, Елец, Заречный, Златоуст, Каменск-Уральский, Камышлов, Красноуральск, Курган, Лесной, Магнитогорск, Мегион, Миасс, Москва, Набережные Челны, Нефтекамск, Нижневартовск, Нижний Новгород, Нижний Тагил, Нижняя Тура, Новоуральск, Нытва, Озерск, Первоуральск, Пермь, Полевской, Псков, Ревда, Самара, Санкт-Петербург, Саров, Сисерт, Снежинск, Сухой Лог, Тюмень, Чебоксары, Челябинск, Череповец, Шадринск

**Курсы повышения квалификации**

В рамках деловой программы выставки прошли пятидневные курсы повышения квалификации специалистов в области гальванотехники и гальвано-химической обработки поверхности металлов и уникальный мастер-класс: обучение работе а ячейке Хулла. В курсах приняли участие необычно большое количество слушателей – 21 человек из 15 предприятий. По окончании программы слушатели получили Государственные Свидетельства о повышении квалификации.

Организаторы курсов: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева), Институт высокотемпературной элек-трохимии Уральского отделения Российской академии наук (ИВТЭ УрО РАН), Российское общество гальванотехников.

**Отзыв участника Выставки о её работе**

«Я впечатлен очень позитивной организацией выставки: хорошо налажена коммуникация между организаторами, участниками и посетителями; организаторы приложили максимум усилий, чтобы участники могли достичь поставленных целей. Удачное совмещение на одной площадке конференции и выставки предоставляет посетителям прекрасную возможность не только обсудить новые технологии и оборудование, но также ознакомиться с ними и получить консультацию от компаний-производителей в рамках экспозиции. В следующем году мы обязательно подумаем об организации выступления в рамках конференции, чтобы представить посетителям наши новые разработки. Хочу еще раз поблагодарить организаторов за эффективное мероприятие».

Жан Клод Эймс, менеджер проекта (Jean-Claude Aymes Ing.IUT-Genie Mecanique) Компания Schloetter, Австрия.

**Организаторы:**

*Примэкспо, ООО (Россия) Официальный партнер компании ITE Group plc (Великобритания)*

*Дополнительная информация: Тел.: +7 (812) 380 6002, Факс: +7 (812) 380 6001*

*Email: marketing@primexpo.ru, industry@primexpo.ru, www.industryexpo.ru*

## **КОРИАН – 3**

### **АНАЛИЗАТОР ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

#### **АНАЛИЗАТОР «КОРИАН-3» ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ:**

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

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

#### **В КОМПЛЕКТ АНАЛИЗАТОРА ВХОДЯТ:**

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

#### **НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА «КОРИАН-3»:**

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

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА ПОЗВОЛИТ:**

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

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

**В настоящее время разработаны программы анализа добавок в следующих электролитах: в электролите сернокислого меднения; в слабокислом и щелочном нецианистом 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 10063кратное 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 № 11(КГ-11)	15 февраля - 19 февраля	12200-00
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 «Покрытия и обработка поверхности и участие в 7-ой международной научно-практической конференции «Покрытия 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. 3010181070000000187, 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](mailto:mxo@asvt.ru)

<http://www.mmxo.ru>

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

e-mail: [gtech@muctr.ru](mailto: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](mailto:coating@primexpo.ru); [www.primexpo.ru/coating](http://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](mailto: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](mailto:mxo@asvt.ru); [www.mmxo.by.ru](http://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.galvanicus.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](mailto: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  $\xi$  (кси),  $\zeta$  (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.41)**

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. 66)**

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.58)**

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.57)**

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.50)**

393462 г.Уварово, Тамбовской обл.,  
ул.Б.Садовая, 29, тел/факс (47558) 229-50; 228-03  
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  
Факс 0049 (2151)8777-33

**КОВИНТРЕЙД МОСКВА. Kovintrade d.d.**

Официальное представительство Астега в РФ (стр. 53)  
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.39)**

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.31)**

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

**РХТУ им. Д.И. Менделеева (стр.62, 63)**

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

**SERFILCO Ltd. (стр.40)**

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.56)**

109240, Москва, ул. Яузская, 8, стр.2  
тел:(495)545-76-24, 517-46-51; факс: 8(495)133-24-51  
E-mail:bmb@sonis-co.ru; www.sonis-co.ru

**НПП СЭМ.М (стр.51)**

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 !

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

Интернет-сайт Российского общества гальванотехников: [www.galvanicrus.ru](http://www.galvanicrus.ru)

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 <b>Банк получателя</b>	БИК Сч.№	044525225 30101810400000000225
ИНН 7707284783 КПП 770701001 ООО "Гальванотех" <b>Получатель</b>	Р/с	40702810838320101984

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