

## Редакционная коллегия

### Главный редактор Кудрявцев В.Н.

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

дхн Агладзе Т.Р., Тбилиси, Грузия;  
дтн Байрачный Б.И., Харьков, Украина;  
ктн Буркат Г.К., Санкт-Петербург, Россия;  
дтн Виноградов С.Н., Пенза, Россия;  
дтн Виноградов С.С., Москва, Россия;  
дхн Варенцов В.К., Новосибирск, Россия;  
дхн Данилов Ф.И., Днепропетровск, Украина;  
дхн Давыдов А.Д., Москва, Россия;  
ктн Дьяченко А.В., Москва, Россия;  
кхн Жарский И.М., Минск, Белоруссия;  
дхн Кайдриков Р.А., Казань, Россия;  
дтн Колесников В.А., Москва, Россия;  
дхн Лежава Т.И., Тбилиси, Грузия;  
ктн Окулов В.В., Тольятти, Россия;  
дхн Полукаров Ю.М., Москва, Россия;  
дхн Рудой В.М., Екатеринбург, Россия;  
ктн 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",  
Швяабиш-Гмюнд, Германия

## Editorial Board

### Editor-in-Chief Kudryavtsev V.N.

Mendeleev University of Chemical  
Technology of Russia, Moscow

Agladze T.R., Tbilisi, Georgia;  
Bajrachnyj B.J., Charkov, Ukraine;  
Burcat 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, Miussskaya 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.

# ГАЛЬВАНОТЕХНИКА и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

№ 2

2009 год

том XVII

---

## Содержание

---

<i>Осаждение металлов и сплавов</i>	<b>Успехи гальванотехники. Обзор мировой специальной литературы за 2007-2008 годы</b> <i>Елинек Т.В.</i> 12
	<b>Электролитическое осаждение меди на плохопроводящие основы</b> <i>Рудой В.М., Останина Т.Н., Даринцева А.Б., Останин Н.И., Штырба Н.И., Алиханова И.А., Демаков С.Л., Прокофьева А.С.</i> 17
	<b>Оборудование для скоростного хромирования гальваноохонингованием</b> <i>Губарь В.Я., Першин И.В., Ким В.Е., Макеенко Е.Я., Васильевский В.В., Чернобай В.А.</i> 24
	<b>Электроосаждение и структура алюминия, осажденного из ксилольных электролитов</b> <i>Спиридонов Б.А.</i> 28
<i>Экология</i>	<b>Доочистка сточных вод гальванических производств</b> <i>Дашибалова Л.Т., Батоева А.А.</i> 41
<i>Дискуссия</i>	<b>Об электрокоагуляционном методе очистки сточных вод</b> <i>Анопольский В.Н., Фазлутдинов К., Селицкий Г.А., Кругликов С.С.</i> 45
<i>Персоналии</i>	<b>К 70-летию юбилею В.М. Рудого</b> 50
<i>Хроника</i>	<b>6-я Международная выставка и конференция "Покрытия и обработка поверхности"</b> 54
<i>Информация</i>	<b>Курсы повышения квалификации</b> 62
	<b>Выставки, конференции, семинары</b> 64
	<b>Книги</b> 65
	<b>Информационное письмо</b> 66
	<b>Авторам журнала</b> 68
	<b>Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу</b> 71

---

Посетите сайт [WWW.galvanicrus.ru](http://WWW.galvanicrus.ru)

---

# ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT

№ 2

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>12</b>
	<b>Electrodeposition Copper on Low Conductive Composite Substrate</b> <i>Rudoi V.M., Ostanina T.N., Darintseva A.B., Ostanin N.I., Shtyrba N.I., Alichanova I.A., Demakov S.L., Prokof'eva A.S.</i>	<b>17</b>
	<b>Equipment for High-speed Chromium Plating by Galvano-honing Method</b> <i>Gubar V.Ya., Pershin I.V., Kim V.E., Makeenko E.Ya., Vasilyevski V.V., Chernobai V.A.</i>	<b>24</b>
	<b>Electrodeposition of Aluminium from Xylene Baths and the Structure of Coatings</b> <i>Spiridonov B.A.</i>	<b>28</b>
<i>Environmental problems</i>	<b>Additional Purification of Waste Water after Conventional Waste Treatment in Plating Industry</b> <i>Dashibalova L.T., Batoeva A.A.</i>	<b>41</b>
<i>Discussion</i>	<b>Electro-and galvanocoagulation methods of waste water treatment</b>	<b>45</b>
<i>Personality</i>	<b>70th Anniversary of Professor Valentin M.Rudoy</b>	<b>50</b>
<i>Chronicle</i>	<b>Exhibition and Conference "EXPOCOATING"</b>	<b>54</b>
<i>Information</i>	<b>Congressess, Conferences, Meetings</b>	<b>64</b>
	<b>Books</b>	<b>65</b>
	<b>Information Later</b>	<b>66</b>
	<b>Submission of papers</b>	<b>68</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)



## **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:Ins42@bk.ru  
E-mail: gtech@muctr.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](http://www.ecomet.ru), **E-Mail:** info@ecomet.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 рассезывающей 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 «лузьярей» при хранении и термообработке.

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

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

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

Цена: 45 руб/кг.

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

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

### Цианистое цинкование

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

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

### Слабокислотное цинкование

**ЛГ-50 (А, Б)** – Двухкомпонентная (А-ПАВы, Б- блескообразователь) блескообразующая система для аммиачных и калийхлоридных 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 хромирования Zn-покрытий на основе соединений Cr<sup>3+</sup>.

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

Коррозионная стойкость не менее 48 часов до белой коррозии цинка

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

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

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

606037, г. Дзержинск, Нижегородская обл, а/я 58, тел/факс: (8313)25-23-46, 33-02-33,

E-mail: igor@chimsn.ru





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

ТАГАТ

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

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

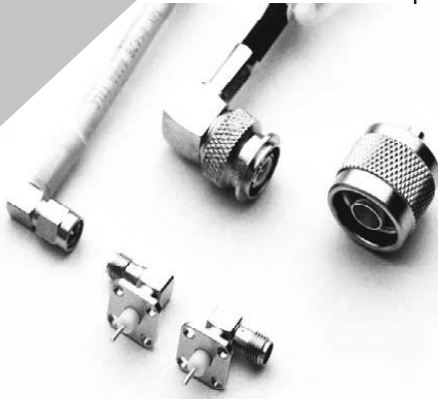
**ОАО «ТАГАТ» предлагает:**

- 1. Линии автооператорные автоматические и механизированные.**
- 2. Линии кареточные овалынные подвесочные, конвейерного типа.**
- 3. Ванны колокольные ВК-10, 20, 40М.** Объем колокола – 0,01; 0,02; 0,04 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 пластиком, 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.**



### 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 титановых анодов.



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



### ТЕПЛОЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ

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



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



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

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.**

Цель данного обзора, проводимого по многочисленным публикациям в специальных журналах отчетного периода, является тройственной: во-первых, дать общий обзор по специальности, во-вторых, сформулировать требования к разработкам и задачи исследований, и, наконец, поделиться с читателем опытом и нововведениями, которыми он может воспользоваться на собственном предприятии.

По экономической ситуации в Германии с гальванотехникой дела обстоят очень хорошо. В то время как немецкая экономика в 2007 году обнаружила прирост в 2,6%, в 2008 году было отмечено увеличение товарооборота в среднем на 11 %. Даже при ухудшенных в настоящее время общеэкономических перспективах гальванические предприятия ожидают в наступившем году продолжение позитивного развития бизнеса [599]. Хуже оценивают свое положение американские гальванические фирмы и сожалеют (согласно данным опроса [385, 386, 518]) о плохих рыночных условиях и сильной иностранной конкуренции (имеется в виду в первую очередь Китай). Поэтому 18 % предприятий полагают, что должны сокращать расходы (издержки), в то время как 15 % хотели бы внедрить новые технологические процессы, либо ограничиться существующим рыночным сегментом, 5 % стремятся к лучшему маркетингу и примерно 2% ожидают более низких цен.

В части экономических аспектов к наибольшим проблемам следующего года относится общий экономический спад, ожидаемый вследствие финансового кризиса. На отрасль гальванотехники и обработки поверхности он влияет посредством так называемого изменения климата [216] в форме роста цен на сырье [251, 349, 388, 646], но прежде всего этот спад отрицательно сказывается из-за отмены крупных заказов и, в худшем случае, даже потери заказчиков. Все перечисленное должно принуждать к изменению прежней постановки целей и задач и приводить к ряду мероприятий, обеспечивающих дальнейшее развитие фирм и целых отраслей при изменившихся условиях.

Одно из важнейших мероприятий состоит, вероятно, в том, чтобы расширять предложение (ассортимент), что позволяет проводить диверсификацию постоянной клиентуры и, таким образом, снизить зависимость от крупных заказчиков. Здесь можно задействовать специфические мощности гальванотехники. Важнейшие успехи гальванотехники по-прежнему основываются на межотраслевом взаимодействии [384]. В настоящее время используется способ испытанного межотраслевого применения гальванических покрытий и технологических процессов. Наряду с основными потребителями гальванической продукции появляются новые, например, в медицинской технике, микрогальваноупаковке, нанотехнологии, у которых имеются свои возможности [484]. Многослойные покрытия из модульных мультислоев с управляемым составом открывают перспективу

---

\* Перевод обзора из немецкого журнала *Galvanotechnik*, 2009, 100. -№1, С. 32-55.

для новых композитных материалов так же, как и композиционные покрытия с модифицированными свойствами, полученными при включении в покрытия твердых частиц [295]. Устойчивые к загрязнению поверхности [314] и возрождающиеся кадмиевые покрытия [526] также представляют интерес. Электроосаждение металлов по-прежнему является способом модификации технических поверхностей, дающим разнообразные возможности. В настоящее время этот метод применяется в сочетании с другими, ранее рассматривавшимися как конкурентные [141, 409, 652]. Обработка поверхности в области медицинской техники представляется требовательным (сложным), но и многообещающим направлением [151].

Поиск фирм, заинтересовавшихся описанными в экспериментальных отчетах перспективами, является третьей из упомянутых во введении задач данного обзора, который представляет собой анализ публикаций в 34 специальных журналах отчетного периода. Из рассмотренных журналов 19 изданы на немецком языке, семь на английском, четыре на русском, два на польском, а также по одному на французском и итальянском языках.

### **1. Постановка важных проблем**

Некоторые из проблем, которые ранее уже обсуждались в обзоре многочисленных публикаций за прошедшие годы, вызывают и сейчас большой интерес. Очевидна также актуальность исследований и разработок в области нанотехнологий. К проблемам замены опасных для окружающей среды веществ на основании предписаний RoHS и REACH и другим задачам присоединяются усилия по энергосбережению.

#### **1.1. Нанотехнология**

Опрос крупных американских фирм, специализирующихся в области обработки поверхности, которые производят и поставляют (продают) нанопroduкцию [333], позволяет получить представление о современном состоянии использования нанотехнологии в этой области.

В гальванотехнике электролитическое осаждение структур с узким диапазоном размеров межзеренных границ, примерно в 10 нм (в сравнении с обычным от 1 до 100 нм), не только позволяет модифицировать свойства покрытий, но также может способствовать оптимизации получения деталей методом гальванопластики. Это реализуется путем модификации параметров осаждения, прежде всего применением различных видов тока (переменный, постоянный).

Встраивание наночастиц оксида алюминия в гальванические твердые хромовые покрытия не

только повышает их твердость и износостойкость, но также увеличивает выход по току [113].

Важную роль играют наноструктуры при замене пассивирующих хроматных пленок, содержащих соединения хрома (VI) [152, 167, 427]. Получаемые гальваническим способом гибридные металл-полимерные пленки позволяют сочетать металлические свойства с возможностью формования и незначительным весом пластмасс и применяются в автомобилестроении, в производстве электронной аппаратуры и спортивных снарядов [383].

Разнообразные особенно интересные приложения предполагает использование органических покрытий [582]. Большинство из них основано на применении наноразмерных частиц, которые добавляются к лакам и обеспечивают устойчивость к загрязнению и легкость очистки. Так, пигменты с использованием серебряных наночастиц придают лакам деформируемость без ухудшения защитной способности [40]. Нанопигменты, содержащие оксиды цинка, титана и кремния, защищают покрытия от последствий УФ-излучения [468, 491] и воздействия микробов [335]. Введение мягких наночастиц может улучшать эластичность лаков [475]. Европейский исследовательский проект направлен на развитие коррозионнозащитных нанолаков [91]. Лаки с использованием нанопигментов, содержащих покрытие серебром медные частицы, защищают от электромагнитного излучения [490]. Особо коррозионностойкие многослойные покрытия, включающие диоксид кремния, могут быть получены на протравленной поверхности стали в золь-гель-процессе [124].

Способность наноматериалов придавать устойчивость к загрязнению и эффект самоочищаемости применяется при обработке текстильных изделий [242]. Нанокomпозиты на основе тефлона улучшают сцепление медных проводников печатных схем и токопроводящих дорожек с фторполимерами [248] и уменьшают загрязняемость печатных шаблонов [255]. Нанопокpытия применяются при изготовлении специальной оптики из стекла [584]. Проводится исследование процесса получения наночастиц из железа [645]. Институты предлагают специальный последипломный курс по наноматериалам, обеспечивающий выпускникам востребованность [132].

#### **1.2. Энергопотребление, замена опасных для окружающей среды веществ, проблемы предприятий**

Почти все размышления об эффективности различных источников энергии и видов получения энергии приводят к заключению, что лучшим решением данного вопроса является рациональное использование энергии [103]. Особенно актуально

оно в промышленности, доля энергопотребления которой составляет до 40 %, при этом некоторые рацпредложения могут дать даже определенную выгоду. Например, только на одном гальваническом предприятии можно сэкономить 775 киловатт-часов в год путем нагрева ванн с помощью отходящего тепла [104].

Наряду с этим, возрастающая стоимость энергии и строгие правила в области защиты окружающей среды являются причиной того, что мероприятия по энергосбережению становятся предметом многих публикаций. Сравниваются издержки при применении различных энергоносителей и способов облицовки печей [376]. Показано, что большую экономию на предприятиях обеспечивает подогрев воздуха для газовых конвекционных печей и сушилок путем теплообмена [52]. Форма газовых горелок для сушильных конструкций плавно модулируется таким образом, что расход поступающей смеси топлива с воздухом соответствует требуемой производительности [258]. Используя более легкие и менее массивные подвески, на лакокрасочном предприятии можно на 40 % снизить потребление энергии на нагрев, охлаждение и транспортировку [461]. Применение ротационных теплообменников и прямых горелок является в случае вентиляционных установок практическим примером внедрения в технологический процесс предложений по энергосбережению [301].

На основании европейских директив ELV, RoHS, WEEE, IPCC и других [38, 350, 380, 382, 633, 634, 636] в Европе запрещено применение некоторых металлов. В гальванотехнике этот запрет прежде всего касается процессов «шестивалентного» хроматирования, что способствует развитию альтернативных методов. Так, упоминается коммерческий процесс с использованием силанов [336], а также описаны полимерные покрытия для цинка с фторидами титана и циркония [244]. Однако нанесение нанокерамических покрытий (в том числе силановых) на цинк, новые методы анодирования алюминия и нанесения грунтовочных слоёв не охватывают весь спектр применения процессов хроматирования с использованием соединений хрома (VI). Как правило, в каждом конкретном случае нужно проводить исследование эффективности того или иного метода [243, 458].

Межотраслевое значение гальванических покрытий и методов приводит к тому, что многие из общих проблем промышленного производства отражаются на гальванических предприятиях. На примере применения процессов обработки поверхности при изготовлении корпусов мобильных телефонов показано, что можно автоматизировать мелкосерийное производство (что в бу-

душем, вероятно, будет становиться все важнее), несмотря на концепцию штучного производства [23]. Предпринятые поставщиками разработки будут иметь успех только в том случае, когда они востребованы заказчиками [24]. Помимо прочего, оптимизация предприятий отрасли обработки поверхности с точки зрения совместимости с окружающей средой, стабильности процессов и потерь веществ является путеводной нитью снижения затрат [561]. Обсуждается, как можно защититься от пиратской продукции, к примеру, путем перебазирования (перемещения) предприятия [215]. Эффективность, качество и сотрудничество коммерческих гальванических фирм с заказчиками выгодно, если они внедряют собственное программное обеспечение [25, 36].

## **2. Применение гальванических и других покрытий и процессов**

### **2.1. Обработка поверхности в автомобилестроении**

Автомобильная промышленность по-прежнему является как одним из важнейших потребителей отрасли гальванотехники и обработки поверхности, так и инициатором многих исследований и разработок.

Очевидно, что гальванические покрытия часто используются для декоративных целей [447]; при этом важнейшими требованиями являются хорошее сцепление с основой, цветовое решение и высокая коррозионная стойкость [22]. Декоративные покрытия Cu-Ni-Cr или покрытия из благородных металлов можно с хорошим сцеплением осаждать с помощью вновь разработанного процесса на дверные ручки, щеколды, защелки и другие детали из магниевого литья [73]. Из-за значительной склонности к растрескиванию покрытия Zn-Ni осаждают на нержавеющую сталь из щелочных электролитов [112]. Химические никелевые покрытия, помимо прочего, защищают пластмассовые баки от некондиционных видов (сортов) горючего [579, 580]. Подсвечиваемые клавиши получают путем испарения химических никелевых покрытий [676]. Описан широкий спектр функциональных приложений гальванических покрытий в автомобилестроении [27].

PVD/CVD-тонкослойные покрытия на эмалях кузовов снижают нагрев внутренних полостей и предотвращают износ в моторном отделении [28].

Полученные плазменным напылением кремнийорганических соединений при атмосферном давлении стекловидные покрытия на алюминиевых колбах (баллонах) повышают их герметичность [30], использование соединений молибдена снижает износ [416]. Селективная лазерная закалка с последующим быстрым охлаж-

дением сжатым воздухом может быть внедрена в технологические линии [77], применение специальных органических покрытий обеспечивает защиту от истирания нагруженных деталей [84].

В области органических покрытий представляет интерес способ лакирования кузовов с помощью возобновляемого сырья (льноволокна) [41a]. Проводятся исследования с целью замены жидкостного лакирования для обработки внутренних полостей на методы, предполагающие использование твердых частиц (High-Solids), и другие методы без вредного отравляющего воздействия на воздух в цехе [184]. Для получения поверхностей с жемчужным и хромовым эффектом (для автомобилей премиум-класса) применяется так называемый Tricoat-Verfahren («тройное покрытие») [257, 612]. К незначительным отклонениям от первоначальной окраски лакового покрытия может приводить использование восстанавливающих лаков, либо слишком сильное давление при полировании, известным как метамерия (вид изомерии). Однако эти нюансы различимы только при искусственном освещении [303].

Дорогостоящую фосфатную обработку поверхности перед лакированием можно заменить на одноступенчатый процесс с использованием цирконий-силановых полимерных пленок [438]. Из соображений безопасности окружающей среды исследуется возможность замены лакирования деталей кузовов на способ, предполагающий обработку с использованием фольги [302, 595]. Велосипеды, используемые для поездок в больших городах защищают (от коррозии) с помощью метода нанесения порошковых покрытий [680].

## **2.2. Обработка поверхности в медицинской технике, электронике, технологии получения инструментов и в других областях**

Благодаря внедрению инновационных технологий обработка поверхности в медицинской технике в данном отчетном периоде представляет особый интерес. Так обнаружено, что плазмохимические методы пригодны для оптимизации пористых структур мембран из полых волокон для очистки крови [29]. Износостойкие керамические поверхности обеспечивают длительный срок службы бедренных и коленных протезов [50]. В импульсном режиме осаждаются биосовместимый гидроксипатит на костные и зубные протезы [127]; для обеспечения биосовместимости в медицине и фармацевтике служат плазмотехнические методы [297]. Получаемые методом PVD нанопленки, содержащие наночастицы серебра, используются с целью обеззараживания медицинских инструментов [139]. Применение лаков, содержащих ионы серебра и меди, позволяет под-

держивать гигиеническую чистоту в больницах и домах престарелых [496, 497]. Микроструктурированная полимерная фольга, помимо прочего, позволяет проводить дифференциацию стволовых клеток при исследованиях [345]. Тонкие провода (нити), имплантируемые под кожу либо в мозг, покрываются электрохимическим способом [402]. Микротехнологии, в том числе электрохимические, играют важную роль при изготовлении комплекта инструментов для минимально инвазивной хирургии [593].

В электронике, особенно в производстве печатных плат, методы обработки поверхности относятся к основным технологиям, но несмотря на это для всех производителей [37] являются предметом для исследований и последующих публикаций. Микроструктуры с особенно хорошими свойствами могут быть получены в прямом LIGA — методе [80]. При травлении проводников печатных схем посредством так называемого вакуумного травления удается избежать образования луж (неровностей) [79]. При соответствующих обстоятельствах химические покрытия Ni-B заменяют покрытия благородными металлами [179]. В производстве печатных плат с применением вновь разработанного метода межоперационной пассивации получают почти беспористые медные покрытия [348]. Ряд публикаций посвящен проблемам производства печатных плат без использования свинца [172, 176, 252, 278, 546] и другим, более функциональным аспектам соответствующей темы [11, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 177, 180, 346].

Микро- и наноструктурированное стекло с высокой твердостью получают химическим травлением, а также термической обработкой, либо УФ-облучением связанных в пучок трубчатых стеклянных волокон [81].

Возрастает значение способов обработки поверхности для оформления декоративных элементов (включая пластмассовые) [105, 337, 363, 364]. При отделке украшений дорогие электролитические родиевые покрытия комбинируются с серебром и палладием [114]. При износостойкой отделке дорогостоящих (высококачественных) часов находят применение комбинации гальванических и физических методов [343].

Получаемые жидкостными методами полиамидные покрытия используются для защиты от коррозии в самолетостроении [140]. Лакирование алюминиевых и стальных полос обеспечивает получение устойчивых к загрязнению гидрофильных и гидрофобных поверхностей для наружного применения [254]. Для обработки поверхностей боеприпасов разрабатывается новый выгодный процесс лакирования [422]. Экспериментальные исследования позволили разработать оптималь-

ный способ обработки поверхности ветровых пропеллеров (ветровых генераторов тока), эксплуатируемых при различных коррозионных условиях [238].

Гальванические никелевые покрытия способствуют улучшению паяемости керамических и металлических деталей [144]. Срок службы режущих инструментов повышается после термохимической [241, 419] и PVD-обработки [463, 495, 591], а срок службы формующих инструментов после

нанесения покрытий с помощью диффузионного метода [542]. Керамические покрытия улучшают трибологические свойства алюминия [414].

Крупноформатные микроструктурированные формующие насадки (например, микродозаторы жидкостей) для изготовления сложнейших пластмассовых деталей получают с помощью гальванопластического нанесения никеля [541, 562].

*Продолжение в следующем номере....  
To be continued....*



## **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

## **Электролитическое осаждение меди на плохопроводящие основы**

**Рудой В.М., Останина Т.Н., Даринцева А.Б., Останин Н.И.,  
Штырба Н.И., Алиханова И.А., Демаков С.Л., Прокофьева А.С.**

Ключевые слова: электрокристаллизация, металлонаполненный композит, медьнаполненный композит, поляризация, хронопотенциограмма

Исследовали процесс электроосаждения меди на проводящий слой, представляющий собой медьнаполненный композит на основе полистирольного связующего и нанесённый на диэлектрическую основу. Пигментом являлся медный порошок со средним размером частиц 3 мкм. После активации в щелочном растворе формалина сопротивление композитов с содержанием меди 25 и 30 об.% уменьшалось, что позволяло наносить на них слои меди. Ток от потенциостата IPC-Pro подавали на точечный токоподвод. Потенциалы измеряли одновременно в двух точках: у токоподвода и на противоположной от токоподвода части композиционной основы. При электроосаждении на композиционную основу в местах выхода ветвей проводящего кластера образуются кристаллические зародыши. Их плотность на поверхности убывает по мере удаления от токоподвода. Поле зародышей образует зону фронта роста. При формировании покрытия отдельные зародыши разрастаются и сливаются в сплошной осадок, а зона фронта роста

продвигается по поверхности. При постоянной силе тока увеличение площади осаждения приводит к уменьшению плотности тока и, следовательно, к снижению поляризации, измеряемой в точке токоподвода. На противоположном конце электрода поляризация увеличивается по мере приближения фронта роста осадка. При полном покрытии основы устанавливается стационарное значение поляризации на обоих измерительных электродах. Тангенциальная скорость распространения осадка в электролите с добавкой примерно в 300 раз выше, чем скорость роста по нормали к поверхности электрода. Стационарное значение поляризации в электролите без блескообразователя примерно на 90 мВ меньше установившегося значения в электролите с добавкой. При этом и тангенциальная скорость распространения осадка и скорость его утолщения в электролите с блескообразователем выше. Показано, что использование добавок является эффективным средством как для ускорения электрохимической затяжки, так и для формирования на всей площади равномерного по толщине осадка.

## **Electrodeposition of Copper on Low Conductive Composite Substrate**

**Rudoi V.M., Ostanina T.N., Darintseva A.B., Ostanin N.I., Shtyrba N.I.,  
Alichanova I.A., Demakov S.L., Prokof'eva A.S.**

Key words: Electrocrystallization, metalfilled composite, copperfilled composite, polarization, chronopotentiogram

The technology of metal plating on dielectric materials may be considerably simplified, if metalized composite coating is used as conducting sublayer. The process of copper deposition has been

studied on conductive layer consisting of the copper-filled composite (CFC) on the base of styrene binder. Copper powder particles with the size of 3  $\mu\text{m}$  have been used as pigment. The feeding current from po-



tentiostate IPC-Pro has been delivered to pinpoint current contact jaw (Fig.1). The potentials have been measured in two points simultaneously: near current contact jaw and at the opposite side of the work piece. The metallographical analysis of copper electrodeposited structure has been performed by means of scanning electron microscope SEM JEOL 6490 (magnifying to 15000). The crystal nuclei on the surface of copperfilled composite are formed in the course of the electrodeposition at the points of the conducting cluster's branches outlets. Their number per unit area at the surface is decreasing in the direction from the pinpoint current contact jaw (Fig.2). The nuclei field forms the growth front zone (Fig.3,4). Individual nuclei are spreading over the surface during plating and gradually form continuous deposit. So the front zone advances along the surface. Increasing deposition area leads to a decrease in the current density at constant value of the current and as a consequence to a decrease in the polarization measured at the pinpoint current contact jaw (Fig.5). The overpotential at the opposite side of the electrode increases as the deposit growth front is approaching. The stationary

### **Введение**

Электроосаждение металлов на диэлектрические основы используется в технике, когда требуется создание достаточно толстых слоев для декоративных целей, придания специальных свойств, например, коррозионной стойкости, электропроводности, износостойкости и т.п. Нанесение такого слоя осуществляется различными способами [1-3]: напылением или химическим осаждением металла, нанесением проводящего слоя в виде химического соединения или композита, содержащего электропроводный наполнитель. Во многих случаях электролитическое доращивание металла до определенной толщины проводится в гальванической ванне. Обычно контактные площадки размещаются по периферии детали и для равномерного осаждения по всей площади необходимо, чтобы скорость распространения металла вдоль подложки (скорость затяжки) превышала скорость роста осадка в толщину. В данной работе исследуется процесс электроосаждения меди на проводящий слой, представляющий собой медьнаполненный композит (МНК) на основе полистирольного связующего. Для описания этого процесса в работе использована следующая терминология и обозначения: зона фронта роста – область осадка металла, граничащая с непокрытой подложкой,  $V_t$  – тангенциальная скорость роста осадка и  $V_n$  – нормальная скорость роста. Тан-

polarization value is established at both sites of the electrode when the whole surface of the substrate is plated. The duration of complete surface plating has been estimated using chronopotentiograms (Fig.6). The performed calculations have shown that tangential velocity of deposit spreading in electrolyte with additive is approximately 300 times higher as compared with the growth rate in the normal to the electrode surface direction. Copper deposit obtained from the electrolyte with the additive has no obvious crystal structure whereas in the absence of brightener the deposit consists of faceted crystal blocks (Fig.7). Steady-state polarization value in the electrolyte without brightener (Fig.8) is approximately 90 mV less than its value in the electrolyte with the additive. Hereby the tangential velocity of deposit spreading has decreased and the rate of deposit thickening has increased in comparison with corresponding characteristics of crystallization process in the electrolyte without brightener. It has been shown that the use of the additives in the first stage of the process is an effective way for both the acceleration of the process and for the formation of the major layer.

генциальная скорость характеризует скорость продвижения фронта роста, а нормальная – скорость утолщения осадка. Сложность определения скорости затяжки заключается в том, что граница осадка плохо выражена и зафиксировать ее положение визуально не представляется возможным.

### **Методика эксперимента**

В качестве диэлектрической основы использовали пластины из полиметилметакрилата (органическое стекло) размером 50x100 мм, на которые специальным аппликатором для лакокрасочных материалов наносили медьнаполненную композицию. Композиция состояла из связующего – полистирола и пигмента – медного порошка со средним размером частиц 3 мкм.

Определение толщины покрытий проводили на контрольных образцах – тестах. Толщина сухого покрытия составила 20-30 мкм. Составы исследованных медьнаполненных композиций приведены в таблице.

Исходные МНК имеют высокое сопротивление  $10^4 \div 10^5$  Ом · м [4]. Это связано с высокой окисленностью медного порошка-наполнителя. Для повышения электропроводности была проведена активация отвержденной композиции в растворе следующего состава: Формалин 30 мл/л, NaOH 50 г/л, t-ра 25°C. Процесс активации образцов считали завершенным, когда поверхность полностью

**Таблица.** Составы и электросопротивление медьнаполненных композиций после активации  
**Table.** The compositions and electroresistances of copperfilled compositions after activation

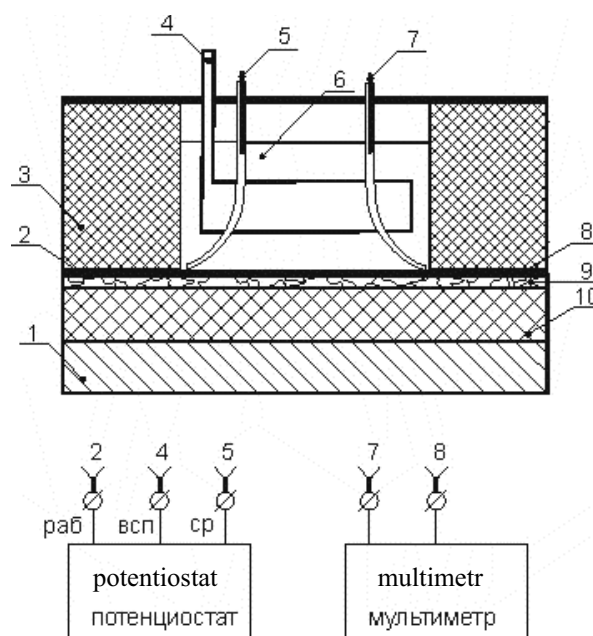
Условное обозначение Nomenclature	Содержание порошка меди Content of copper powder		Время активации, мин Duration of activation, min	Сопротивление $\rho$ , Ом·м Resistance $\rho$ , Ohm·m
	масс.% mass. %	об.% vol. %		
МНК-1(CFC-1)	61,63	15	45	$3,35 \cdot 10^{-1}$
МНК-2(CFC-2)	69,54	20	35	$1,47 \cdot 10^{-2}$
МНК-3(CFC-3)	75,19	25	15	$1,61 \cdot 10^{-4}$
МНК-4(CFC-4)	79,59	30	10	$9,58 \cdot 10^{-5}$

покрывалась пузырьками газа (выделение водорода), а образец становился светло-розовым. Время обработки образцов зависело от содержания меди в композиции. При уменьшении количества пигмента в композиции оно возрастало до 45 минут.

Значения электрического сопротивления медьнаполненных слоев после активации приведено в таблице. Низкое удельное сопротивление МНК-3 и МНК-4 позволило их использовать для нанесения металлических слоев электрохимическим методом из сульфатного электролита [5] следующего состава:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  200 г/л,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  60 г/л, NaCl 0,02 г/л, блестящая добавка RV 6 мл/л, плотность тока 2 А/дм<sup>2</sup>, температура 25°С. Осаждение проводили также из электролита без добавки.

Схема включения приборов и расположение электродов в прижимной ячейке показаны на рис. 1. Рабочая поверхность электрода имела форму круга диаметром 2,5 см. Ток от потенциостата IPC-Pro подавали на точечный токоподвод 2 и вспомогательный медный электрод 4. Потенциалы измеряли одновременно в двух точках: у токоподвода - с помощью потенциостата (пара электродов 2 – 5) и с помощью мультиметра АР-РА 109 на противоположной от токоподвода части композиционной основы (пара электродов 8 – 7). Электродами сравнения (5 и 7) в обоих случаях являлась медь в исследуемом растворе. В начальный момент времени кристаллизация меди происходила в точке контакта электрода 2 с раствором. Затем слой осадка распространялся радиально от этой точки по поверхности плохопроводящей композиционной основы.

Металлографический анализ структуры полученных гальванических осадков меди проводили с помощью микроскопа OLYMPUS (при увеличениях до 1000х) и сканирующего электронного микроскопа SEM JEOL 6490 (увеличение до 15000х).



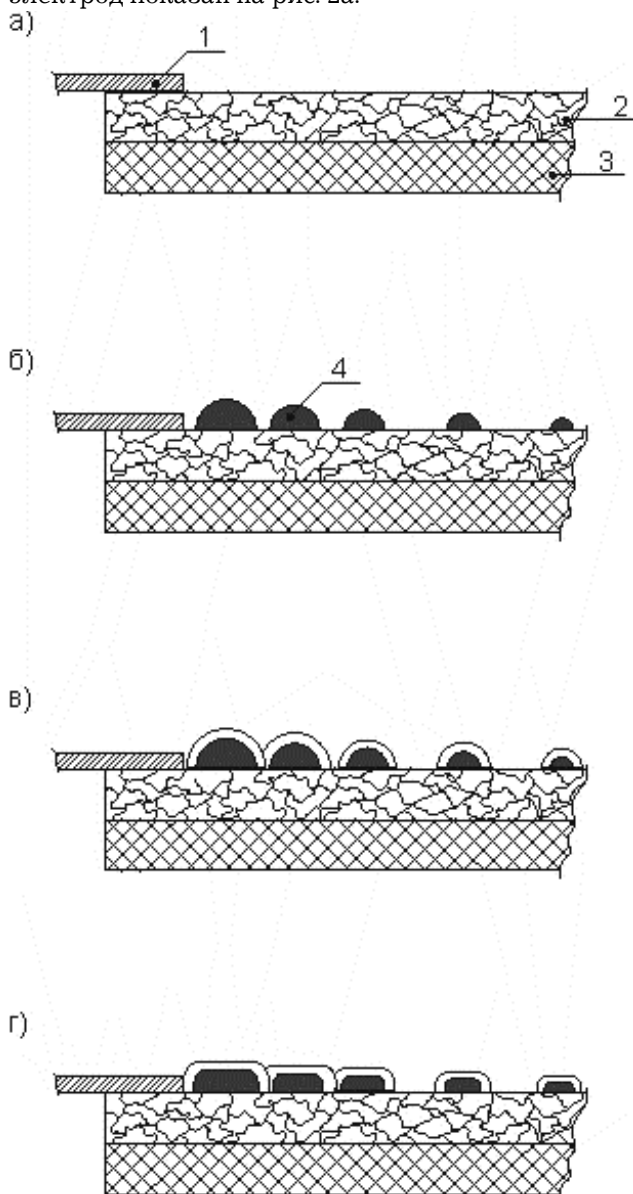
**Рис. 1.** Схема включения приборов и расположение электродов в прижимной ячейке. 1. – основание ячейки; 2. – точечный токоподвод; 3. – корпус ячейки; 4. – вспомогательный электрод из медной фольги; 5, 7. – медные электроды сравнения; 6. – электролит; 8. – неполяризуемый вспомогательный электрод; 9. – медьнаполненная композиция; 10. – основа (метилметакрилат).

**Fig.1.** Electrical circuit and the position of electrodes in pressure cell

1. – the cell floor; 2. – pinpoint current contact jaw;
3. – cell encasement; 4. – auxiliary copper foil electrode;
- 5 and 7. – copper reference electrodes; 6. – electrolyte;
8. – unpolarized auxiliary electrode; 9. – copperfilled composite; 10. – matrix (methyl methacrylate)

**Результаты эксперимента и их  
обсуждение**

Эффективность процесса покрытия плохопроводящих основ в значительной мере зависит от скорости распространения металлического осадка вдоль подложки от места токоподвода. Проводящие цепочки в массе композита имеют более высокое сопротивление, чем пленка металла на поверхности основы. Схематично такой электрод показан на рис. 2а.



**Рис.2.** Схематичное изображение процесса роста медного осадка по поверхности меднаполненного композита. 1. – точечный токоподвод,

2. – меднаполненный композит, 3. – метилметакрилат, 4. – зародыши металла на поверхности композита.

**Fig.2.** Growth of copper deposit along the surface of copperfilled composite

1. - pinpoint current lead; 2. - copperfilled composite; 3. - methyl methacrylate; 4. - metal nuclei on the composite surface

При электроосаждении на композиционную основу в местах выхода ветвей проводящего кластера образуются кристаллические зародыши. Их плотность на поверхности убывает по мере удаления от токоподвода (рис.2б). Поле зародышей образует зону фронта роста. При формировании покрытия отдельные зародыши разрастаются и сливаются в сплошной осадок (рис. 2в), а зона фронта роста продвигается по поверхности. При одинаковой силе тока осаждения скорость покрытия поверхности зависит от того, как распределяется масса кристаллизующегося металла. Внешняя поверхность зародышей более доступна для адсорбции ПАВ по сравнению с участками, примыкающими к основе. Поэтому в присутствии блескообразователя эффективность торможения кристаллизации в направлении нормальном к катоду-основе может оказаться выше, чем для процесса распространения слоя металла по поверхности электрода. В этом случае будет наблюдаться ускоренный тангенциальный рост имеющихся зародышей вплоть до их слияния (рис. 2г).

На фотографии (рис. 3) видна граница зоны фронта роста и композиционной подложки. Светлые точки на непокрытой части электрода – частицы меди, представляющие собой выходы на поверхность концов проводящего кластера. Такая структура зоны фронта роста характерна для раствора как без ПАВ, так и в растворе с блескообразователем.



**Рис. 3.** Граница зоны фронта роста осадка меди на композиционной основе МНК-4.

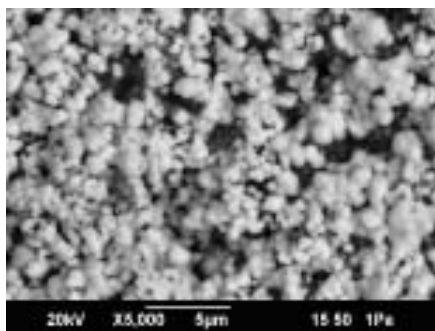
Более светлая область – осадок меди, темная область - непокрытая основа.

Увеличение x200.

**Fig.3.** The boundary of growth front zone for copper deposit on composite base CFC-4

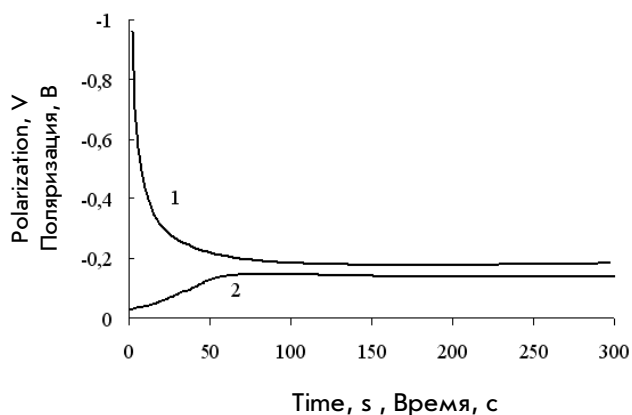
More clear region – copper deposit; dark region – unplated base (copperfilled composite)

**Электроосаждение меди из электролита с добавкой.** При большом увеличении в зоне фронта роста видны (рис. 4) отдельные кристаллические образования сферической формы. В процессе распространения осадка по поверхности композиционной основы происходит увеличение площади осаждения. При постоянной силе тока это приводит к уменьшению плотности тока и, следовательно, к снижению поляризации. При полном покрытии основы в точке токоподвода устанавливается стационарное значение поляризации, характерное для процесса электроосаждения меди из используемого электролита при геометрической плотности тока. Хронопотенциограмма, соответствующая этому процессу, представлена на рис. 5 кривая 1.



**Рис. 4.** Структура осадка меди, полученного в электролите с добавкой блескообразователя, в зоне фронта роста.

**Fig.4.** The structure of copper deposit obtained from the electrolyte with brightener in the growth front zone



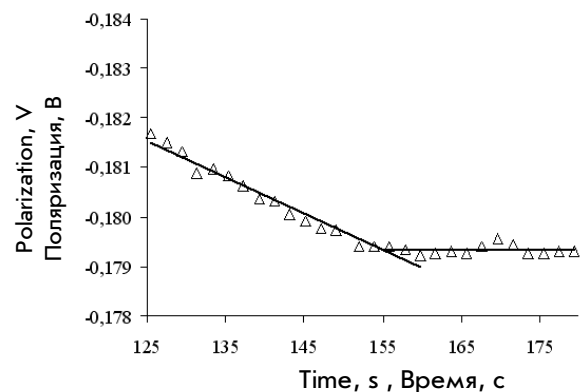
**Рис. 5.** Хронопотенциограммы электроосаждения меди на композиционную подложку МНК-4 при силе тока 100 мА. 1. – поляризация в месте токоподвода, 2. – поляризация на диаметрально противоположной точке электрода. Электролит с блескообразователем

**Fig.5.** The chronopotentiograms for copper deposition process on the composite base CFC-4; current was equal to 100 mA

- 1. – polarization at current contact jaw point;
- 2. – polarization at the opposite electrode point. Electrolyte contains the brightener

Кривая 2 на рис. 5 отражает изменение поляризации на противоположном конце электрода. Поскольку сопротивление электрода велико, поляризация в точке контакта электрода с электролитом в момент включения тока мало меняется. Она возрастает по мере продвижения фронта роста осадка и тоже достигает стационарного значения. Однако в силу островкового строения и малой толщины пленки в ней наблюдается значительное падение напряжения, которое и приводит к различию в величинах стационарного значения поляризации на противоположных концах электрода.

Время полного закрытия поверхности оценивалось по моменту выхода криволинейного участка хронопотенциограммы 1 на горизонтальный, который характеризует наступление стационарного состояния. На рисунке 6 в увеличенном масштабе представлен участок, по которому определяли время полного покрытия композиционной основы (время “затяжки” поверхности). Выбор участков для линейной аппроксимации (наклонного и горизонтального) находили статистическим методом по значению коэффициента детерминации при последовательном добавлении очередной точки [6].



**Рис. 6.** К определению времени “затяжки” поверхности по хронопотенциограмме 1 рис. 5

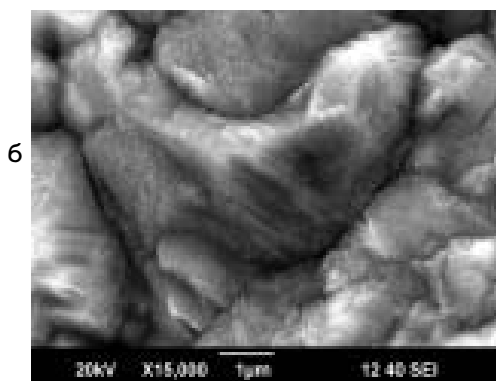
**Fig.6.** The measurement of the time necessary for the formation of continuous deposit from the chronopotentiograms 1 of Fig.5

Для потенциограммы 1, приведенной на рис. 5, время выхода на стационарное состояние было принято равным 155 с. Таким образом, осадок меди распространялся по радиусу со скоростью  $V_t = 2R_d/\tau$ , где  $R_d$  – радиус покрываемого электрода (1,25 см), а  $\tau$  – время полного закрытия поверхности электрода осадком меди (155 с). Для данных условий тангенциальная скорость составила 0,016 см/с.

Представляет интерес определить соответствующую этим условиям скорость роста осадка в направлении нормали к поверхности. Приблиз-

тельно  $V_n = h_{cp}/(\tau/2)$ , где  $h_{cp}$  – средняя толщина осадка металла. Общую массу меди, выделившуюся на электроде за время  $\tau$  можно с небольшой погрешностью определить по закону Фарадея. Для обсуждаемых условий эта величина оказалась равной 5,1 мг. Средняя толщина осадка составила  $h_{cp}$  1,16 мкм, а  $V_n$   $5,5 \cdot 10^{-5}$  см/с. Это означает, что скорость распространения осадка примерно в 300 раз выше, чем скорость утолщения.

Осадок меди при электроосаждении из электролита с добавкой не имеет явно выраженной кристаллической структуры (рис. 7а).

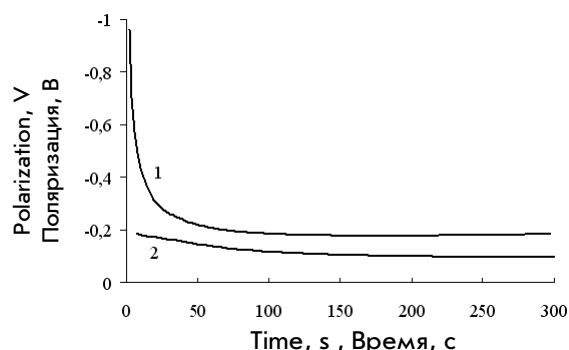


**Рис. 7.** Изображение сплошного осадка меди, полученного из электролита с добавкой блескообразователя (а) и без добавки (б)

**Fig.7.** The appearance of continuous copper deposit obtained from the electrolytes with (a) and without (b) brightener additive

**Электроосаждение меди из электролита без добавки.** Осадок меди, полученный в электролите без добавки (рис. 7б), состоит из ограниченных кристаллических блоков. Он имеет более развитую поверхность, а поляризация при осаждении меди из этого электролита значительно меньше, чем в электролите с блескообразователем.

На рисунке 8 приведены хронопотенциограммы, которые показывают, что стационарное значение поляризации в электролите без блескообразователя (кривая 2) примерно на 90 мВ меньше установившегося значения в электролите с до-



**Рис.8.** Изменение перенапряжения в точке токоподвода при электроосаждении меди на подложку МНК-4 при силе тока 100 мА. Электролит: 1 – с добавкой RV, 2 – без блескообразователя.

**Fig.8.** The overpotential changes in the point of current contact jaw during copper deposition on base CFC-4 by current 100 mA

Electrolyte: 1. – with RV additive,  
2. – without the brightener

бавкой (кривая 1). Время выхода на стационарный режим в электролите без добавки составило 277с. При этом тангенциальная скорость распространения осадка уменьшилась ( $V_t$  0,009 см/с), а скорость утолщения осадка увеличилась ( $V_n$   $1,04 \cdot 10^{-4}$  см/с) по сравнению с аналогичными характеристиками процесса кристаллизации осадка из электролита с блескообразователем. Кристаллическая пленка меди, образующаяся в процессе “затяжки” из этого электролита, оказывается толще, чем из электролита без добавки блескообразователя. Различие в стационарных значениях поляризации на противоположных концах электрода при силе тока в 100 мА составило 10 мВ, в то время как по данным рис. 5, оно составляет ~40 мВ. Очевидно, что использование добавок в процессе электрохимической затяжки является эффективным средством как для ускорения процесса затяжки, так и для формирования на всей площади равномерного по толщине осадка.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 08-03-99073.*

**Список литературы**

1.Лыньков Л.М., Новые материалы для экранов электромагнитного излучения/Л.М. Лыньков, В.А. Богуш, Т.В. Борботько, Е.А. Украинец, Н.В. Колбун//Доклады БГУИР. – 2004. – № 3. – С.152-166.

2.Sang W. K., Electromagnetic shielding properties of soft magnetic powder-polymer composite films for the application to suppress noise in the radio frequency range/W.K. Sang, Y.W. Yoon, S.J. Lee, G.Y. Kim, Y.B. Kim, Y.Ch. Yun, K.S. Lee//Journal of Magnetism and Magnetic Materials. - 2007.- Vol.316. - №2. - P.472-474.

3.Sarto F., Transparent films for electromagnetic shielding of plastics/F. Sarto, M.S. Sarto, M.C. Larciprete, C. Sibilina// Reviews on Advanced Materials Science – 2003. – №5. – P.329-336.

4.Останина Т.Н., Сравнительная оценка электропроводности различных покрытий на полимерной основе/Т.Н.Останина,

В.М. Рудой, А.Е. Новиков, А.С. Прокофьева, О.В. Ярославцева, Н.Л. Галактионова//3-я Международная конференция. Покрытия и обработка поверхности. Качество, эффективность, конкурентоспособность. М.:Конгресс-Центр ЦМТ на Красной Пресне, 2006. С.152-155.

5.Грилихес С.Я., Тихонов К.И. Электролитические и химические покрытия. Теория и практика. Л.: Химия, 1990. – 288с.

6.Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. – 392с.

*«Уральский государственный технический университет-УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
Екатеринбург, Россия.  
Urals State Technical University,  
Ekaterinburg, Russia*



# ГРАНИТ-М

**СОВРЕМЕННОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ АВТООПЕРАТОРНЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЛИНИИ**

**ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ К НИМ**

**КОЛОКОЛЬНЫЕ И БАРАБАННЫЕ УСТАНОВКИ**

**ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА И НАСОСЫ ДЛЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД**

**ЁМКОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛЮБЫХ ТИПОРАЗМЕРОВ**

**СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ТЗ ЗАКАЗЧИКА**

**ПОЛИМЕРНЫЕ ЛИСТЫ И ТРУБЫ**

**Наш адрес:**

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

**Тамбовское представительство:**

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



УДК 621.357.661.87:66.08

## Оборудование для скоростного хромирования гальванохоноингованием

**Губарь В.Я., Першин И.В., Ким В.Е., Makeenko Е.Я.,  
Васильевский В.В., Чернобай В.А.**

*Ключевые слова: гальванохоноингование, скоростное хромирование, установка хромирования, равномерность покрытия.*

Рассмотрены принципы работы и устройство установок хромирования методом гальванохоноингования (ХГХ), внедренных на промышленных предприятиях. Показаны основные отличия и сходство разработанных установок ХГХ как по конструктивно-технологическим признакам, так и по геометрическим параметрам хромируемых деталей. Проведена классификация деталей и привязка их к конкретному типу установок ХГХ. Разработан и представлен номенклатурный перечень деталей, рекомендованных к хромированию на установках ХГХ.

## Equipment for High-speed Chromium Plating by Galvano-honing Method

**Gubar V.Ya., Pershin I.V., Kim V.E., Makeenko E.Ya.,  
Vasilyevski V.V., Chernobai V.A.**

*Key words: galvanohoning, high speed chromium plating, chromium plating unit, coating distribution.*

Principles and equipment for chromium plating by galvanohoning used in industry have been discussed. There are three types of plating units: (1) for plating parts up to 900 mm long and 50 mm in diameter (Fig.1); (2) for parts up to 7300 mm long and 80—140 mm in diameter (Fig.2); (3) up to 3630–3895 mm long and 500–600 mm in diameter (Fig.3). Major

differences and similarities for all types of equipment are shown with respect to geometric parameters of parts and design characteristics. The parts are classified on the basis of their geometry and are ascribed to particular types of equipment. A list of parts suitable for plating by this method have been prepared.

В предыдущих статьях (1,2) были представлены параметры технологического процесса хромирования способом гальванохоноингования и свойства получаемого покрытия. Было показано, что процесс хромирования с одновременным механическим воздействием на катод позволяет получать покрытие значительной толщины в скоростном режиме с шероховатостью  $\leq 0,02$  мкм (зеркало) без последующей механической обработки. Для реализации вышеуказанной технологии разработана гамма установок, нашедших применение на отечественных предприятиях для хромирования деталей типа «тел вращения».

В процессе хромирования деталь частично погружается в электролит и вращается вокруг своей оси со скоростью, регламентированной тех-

нологическим процессом. При этом формируется равномерное хромовое покрытие, соответствующее требованиям чертежей без дополнительной механической обработки. Используются стандартные источники тока. Основное отличие разработанных установок заключается в принципе действия и в габаритных размерах хромируемых деталей.

Основное сходство – использование технологии проточного хромирования с наличием рабочей ванны для размещения и хромирования детали, бака с электролитом хромирования и блока притиров, обеспечивающих контактное воздействие на обрабатываемую поверхность.

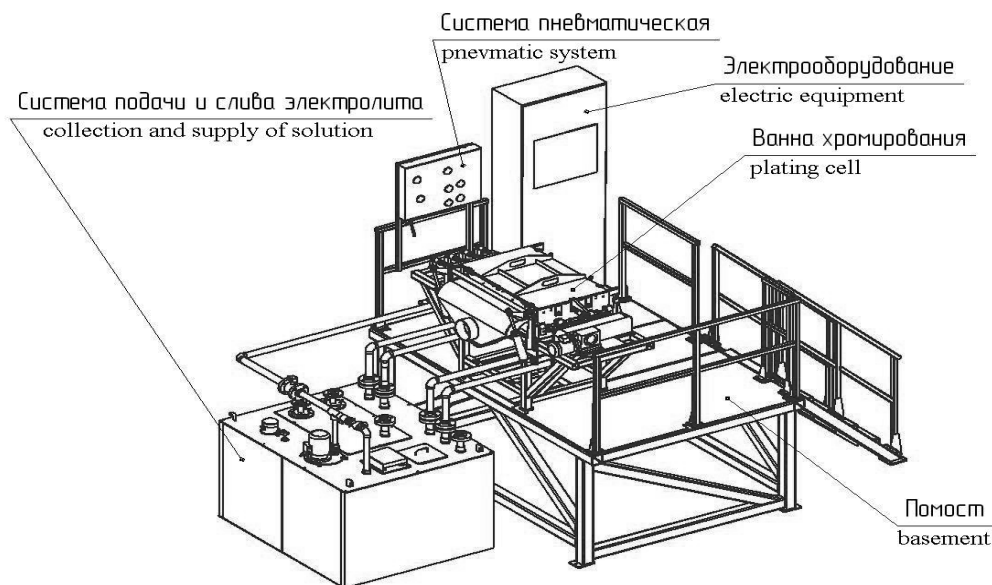
Первый тип установок обеспечивает хромирование деталей диаметром до 50 мм и длиной до 900 мм. Второй тип установок обеспечивает хро-

мирование деталей диаметрами от 80 мм до 140 мм и длиной до 7300 мм. Третий тип установок обеспечивает хромирование деталей диаметром от 140 мм до 1300 мм и длиной до 3895 мм.

Рассмотрим устройство и принцип действия установок первого типа. Установка хромирования (рис.1) включает в себя гидравлическую систему (подача и слив электролита), пневматическую систему, электрооборудование со шкафом управления и выпрямителем, ванну хромирования и помост. Процесс хромирования – осаждение хрома на поверхности деталей – происходит в ванне хромирования. В ванну хромирования с анодным устройством помещают 4 (четыре) обезжиренные детали в сборе с оснасткой, и приводят их во вращательное движение. Затем последовательно в ванну хромирования из бака насосом подается электролит, нагретый до рабочей температуры, а на детали и аноды ванны хромирования подается напряжение от источника технологического тока – выпрямителя. Электролит в процессе хромирования циркулирует по контуру: бак с электролитом хромирования – насос – труба напорная – расходомер – вентиль перепускной – ванна хромирования – трубы сливные – бак с электролитом хромирования. В заданный момент процесса включается механизм осцилляции и поверхности деталей подвергаются механической обработке притирами. По окончании процесса хромирования последовательно выключаются технологический ток, механизм осцилляции и насос подачи электролита в ванну. После окончания свободного

слива электролита из ванны хромирования в бак, детали с оправками (находящиеся в опустевшей ванне), подвергаются предварительной промывке со сливом промывной воды в бак с электролитом хромирования. После этого детали с оправками извлекаются из ванны и направляются на разборку, окончательную промывку и контроль.

Система пневматическая управляет пневмоцилиндрами поджатия деталей, пневмоцилиндрами подъема и опускания механизма осцилляции, а также пневмоцилиндром механизма осцилляции, который обеспечивает придание блоку притиров возвратно-поступательного движения вдоль осей вращения деталей. Система гидравлическая состоит из бака, предназначенного для хранения и нагрева электролита, ванны, через которую прокачивается электролит и в которой хромируются детали, напорного и сливного трубопроводов электролита, а также трубопроводов подачи воды на предварительную промывку в ванну и охлаждающей воды на теплообменник бака. Бак с электролитом хромирования предназначен для хранения электролита, имеет систему нагрева и охлаждения электролита для поддержания его температуры в рабочем диапазоне и оснащен отсосом местной вытяжной вентиляции. На бортах бака закреплена крышка, на которой размещены: насос подачи электролита в ячейку, ТЭНы, теплообменник охлаждения, датчик уровня электролита в баке, датчик температуры электролита, а также гнезда для крепления сливных трубопроводов. Включение и выключение ТЭНов



**Рис.1.** Установка хромирования методом гальванохромирования первого типа.

**Fig.1.** Plating unit, type 1

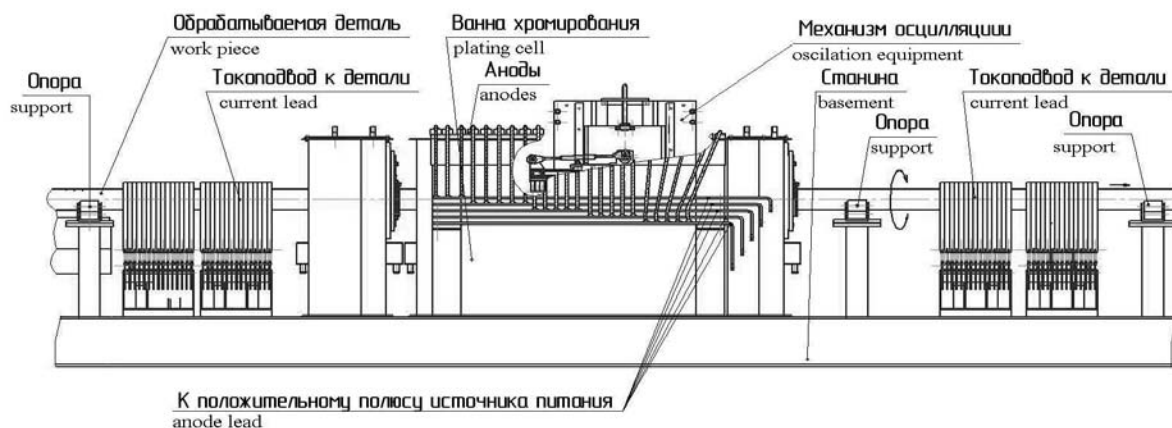


нагрева электролита осуществляется вручную или автоматически по сигналам системы управления установкой. Напорный и сливной трубопроводы предназначены для транспортировки электролита из бака с электролитом хромирования в ванну хромирования и свободного слива его обратно в бак с электролитом хромирования. Эти трубопроводы выполнены на основе труб и арматуры из химически стойкого материала (ХПВХ). Электрооборудование представляет собой систему электропитания процесса хромирования технологическим током, питания электродвигателей насоса и привода вращения, электромагнитных клапанов управления и датчиков контроля, и включает в себя шкаф управления, выпрямитель, пускозащитную и сигнализирующую аппаратуру и датчики контроля.

Основное отличие установок второго типа от первого состоит в том, что вращающаяся деталь протягивается через ванну хромирования. Установка хромирования гальванохонингованием второго типа представлена на рис.2 и состоит из станины, на которой в определенной последовательности устанавливаются: каретка с приводами перемещения и вращения детали (на рис. не показана), опоры, комплекс технологических ванн, механизм осцилляции и токоподводы к детали. В процессе хромирования деталь с оправками перемещается на опорах, расположенных с двух сторон комплекса технологических ванн. Поступательное движение детали с оправками производится от установленного на каретке привода с помощью рейки, зубчатого колеса, толкателя и вала в сборке. На каретке также установлен привод, обеспечивающий вращательное движе-

ние детали с оправками. В комплекс технологических ванн входят: ванна обезжиривания, ванна промывки после обезжиривания, ванна хромирования, ванна предварительной промывки после хромирования и ванна окончательной промывки после хромирования. Все ванны снабжены блоками уплотнений. Внутри ванны хромирования на изоляционных подложках установлены электроды, выполненные в виде изогнутых свинцовых пластин. Механизм осцилляции предназначен для подвода и отвода держателя с притирами к обрабатываемой детали, прижима притиров к детали, сообщению держателю с притирами осциллирующего движения с заданной частотой. Токоподвод предназначен для подведения технологического тока к обрабатываемой детали и состоит из гибких шлейфов, которые подключаются с помощью шин к соответствующему полюсу источника тока.

Установка третьего типа представлена на рис.3 и предназначена для хромирования рабочей поверхности валков прокатных станов и барабанов широкого профиля назначения. Установка смонтирована на базе стандартного механизма вращения рабочих валков прокатного стана и включает в себя: рабочую ванну с анодными устройствами, механизм осцилляции, узел промывки валков (на рис.3 не показан), два токоподвода, шкаф электрооборудования. Рабочая ванна сварной конструкции из титановых листов устанавливается на станину механизма вращения и изолируется от нее с помощью текстолитовых листов и втулок. Ванна является одним из звеньев в системе снабжения электролитом зоны обработки. На одной из продольных стенок ванны имеется уровневый карман, заканчивающийся сливным патрубком.



**Рис.2.** Установка хромирования методом гальванохонингования второго типа.

**Fig.2.** Plating unit, type 2

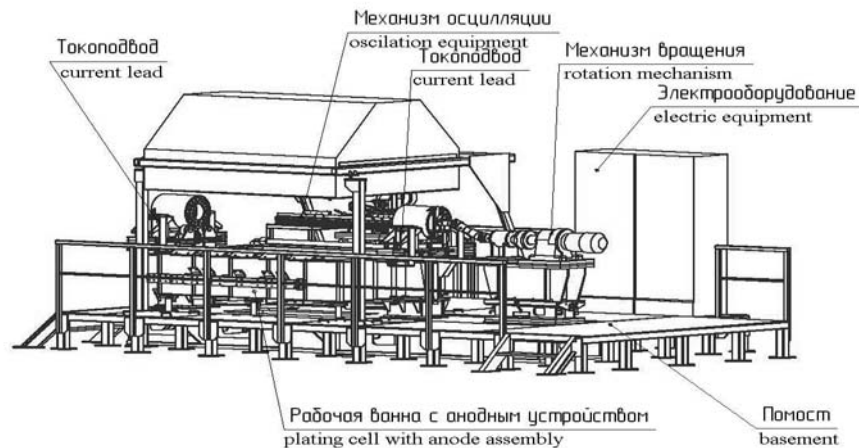


Рис. 3 Установка хромирования методом гальванохонингования третьего типа.  
Fig. 3. Plating unit, type 3

Основной сливной патрубком расположен в донной части ванны. На продольных стенках ванны установлены токоподводящие шины, к которым крепятся анодные устройства. Анодное устройство представляет собой «Г» образную полосу из листовой меди, погружаемая часть которой облицована со всех сторон свинцовым сплавом толщиной от 5 мм до 10 мм. Механизм осцилляции предназначен для: подвода и отвода державки с притирами к обрабатываемой поверхности детали; прижима притиров к обрабатываемой поверхности с регламентированным усилием; сообщение державке с притирами осциллирующего движения с заданной частотой. Осциллирующее движение державки с притирами осуществляется от электродвигателя через эксцентрик, кривошипно-шатунный механизм и рычаг, соединенный пальцем с державкой. Основное назначение узла промывки валков – обеспечение первичной промывки поверхности валка после окончания процесса ГХ непосредственно на установке. Токоподвод представляет из себя гибкий контактный элемент в виде шлейфа.

Указанные виды оборудования охватывают практически весь спектр деталей (изделий), для которых целесообразно использовать технологию ГХ (часть из них уже промышленно хромируется указанным способом), а именно: ролики, валки, барабаны прокатного производства широкого назначения; штока гидроамортизаторов, гидроцилиндров, пневматики, демпферов; поршневые кольца всех типоразмеров; валы, каландры, цилиндры бумагоделательного производства; ротора нефтяных забойных двигателей; втулки грязевых насосов. Необходимо отметить, что для многих из

этих деталей возможность получения методом гальванохонингования толстых качественных зеркальных покрытий (по сравнению со штатным хромированием) является единственным путем увеличения их ресурсных возможностей

#### Литература

1. Ким В.Е., Макеенко Е.Я., Васильевский В.В. Исследование процесса хромирования способом гальванохонингования. // Гальванотехника и обработка поверхности. - 2008г. - 16, №2 - С.24
2. Ким В.Е., Макеенко Е.Я., Васильевский В.В. Исследование свойств хрома, получаемого способом гальванохонингования. // Гальванотехника и обработка поверхности. - 2008г. - 16, №4 - С.41

ООО «ГальваноХром»,  
Санкт-Петербург, Россия  
Galvanochrom Ltd.,  
S.-Petersburg, Russia

УДК 621.357.7

Статья обзорного характера

## Электроосаждение и структура алюминия, осажденного из ксилольных электролитов

Спиридонов Б.А.

Ключевые слова: кинетика, механизм, восстановление, электроосаждение алюминия

Методом ИК-спектроскопии установлено влияние изомерной природы ксилола на характер ИК-спектров. Для всех изомеров обнаружена новая полоса поглощения, соотношенная к аниону  $Al_2Br_7^-$ . С увеличением количества пропущенного электричества  $Q$  интенсивность этой полосы возрастает, но одновременно снижается ВТ Al. Например, с увеличением  $Q$  с 10 до 30 А·ч/дм<sup>3</sup> самая большая концентрация  $Al_2Br_7^-$  - в растворе с орто-КС, но ВТ Al 46%, в то время как в растворе с мета-КС ВТ Al 78%, а с пара-КС - 87%. Из анализа поляризационных кривых следует, что с увеличением  $Q$  от 10 до 30 А·ч/дм<sup>3</sup> парциальная скорость разряда Al снижается, а водорода возрастает. Из сопоставления данных по изменению концентрации  $Al_2Br_7^-$  в процессе электролиза с выходом по току Al из электролитов с различными изомерами КС и поляризационными измерениями можно предположить, что ионы  $Al_2Br_7^-$  в большей мере участвуют в анодном процессе, а не в катодном. Электронномикроскопическими исследованиями установлена поликристаллическая структура пленок гальванического Al со средним размером зерна ~130 нм. После отжига Al при  $t$  480°C наблюдается увеличение размера зерна до ~830 нм, обусловленное рекристаллизацией электролитического алюминия.

## Electrodeposition of Aluminum from Xylene Baths and the Structure of the Coatings

Spiridonov B.A.

Key words: Al electrodeposition, kinetic, mechanism, reduction

There are a number of nonaqueous electrolytes for aluminum plating: ether-hydride, complex, alumoorganic, ethylbromide, alkylphenyl, etc. Major disadvantages of these electrolytes are explosivity, instability, insufficient adhesion to the substrate and narrow current density range. Alkylphenyl baths, e.g. xylenic ones are more stable since they allow limited contact with the atmosphere. Good quality coatings can be obtained both from individual xylene isomers and their mixtures.

The data on spectral characteristics of aluminum bromide solutions in individual xylene isomers and the cathode polarization have been studied. Using IR spectroscopy formation of complex related with the transfer of  $\pi$ -electrons from the donor (xylene) to the acceptor ( $AlBr_3$ ) was shown to influence the character of absorption bands. The appearance of new bands is caused by the formation of products of electrolysis and hydrolysis of  $\pi$ -complexes. An effect of isomerism of xylenes on IR-spectrum has been shown. An absorption band related to  $Al_2Br_7^-$ -anion

has been found for all isomers (Table 1). The intensity of this band is increasing along with increasing the amount of electric charge passed,  $Q$ , however, Al current efficiency is falling down. For example, if  $Q$  increases from 10 to 30 Ah/dm<sup>3</sup>, the highest  $Al_2Br_7^-$  concentration is reached in o-xylene solution, but Al current efficiency is equal to 46%, while in m-xylene and p-xylene solutions it is equal to 78% and 87% respectively. It follows from the polarization curves that partial rates of Al discharge decreases and that of hydrogen increases, if  $Q$  rises up from 10 to 30 Ah/dm<sup>3</sup> (Fig.2). An examination of data on  $Al_2Br_7^-$  concentration changes in the course of electrolysis and current efficiency for the solutions with different xylene isomers (Fig.1) and polarization curves (Fig.2) allows to suggest that  $Al_2Br_7^-$ -anions take greater part in the anodic and not in the cathodic processes. Electron-microscop investigations have shown that electroplated Al has polycrystalline structure with average grain size of ~130 nm (Fig.3). Annealing at 480°C leads to an increase in the grain size up to ~830

nm caused by a recrystallization of electrodeposited Al (Fig.5). In a study of  $Q^{-1} = f(T)$  relationship using internal friction method an increase in the peak of internal friction has been found (Fig.4) caused by

Алюминиевые покрытия нашли широкое применение в различных областях промышленности и техники благодаря ценным физико-химическим свойствам. Для их получения применяют разнообразные методы – алитирование, термообработка слоя алюминиевого порошка или ленты и сдавливание с покрываемым металлом, термическое разложение алюмоорганических соединений, пульверизация, вакуумное напыление, электрофорез, электроосаждение из расплавов и неводных электролитов.

Для получения гальванических алюминиевых покрытий электролизом расплавов [1] необходимо иметь электролиты, для которых рабочая температура электролита ниже температуры плавления алюминия. Наиболее приемлемыми электролитами такого типа являются электролиты на основе хлорида Al. Однако они не получили широкого распространения вследствие большой летучести хлорида Al. Кроме того из расплавов, как правило, осаждаются крупнокристаллические, склонные к дендритообразованию и даже губчатые покрытия.

Al не может выделен путем электролиза водных растворов в виду того, что его стандартный электродный потенциал ( $E^0 = -1,66$  В) намного отрицательнее потенциала выделения водорода из воды ( $E^0 = -0,41$  В). Поэтому в качестве растворителей используют органические апротонные растворители, которые не содержат подвижных атомов водорода. Эти растворители имеют высокую электрохимическую устойчивость и не восстанавливаются до потенциалов  $-3,0 - 3,5$  В, а потенциал их анодного окисления близок к  $1,0 - 1,5$  В [2].

Основными растворяемыми компонентами в этих электролитах являются ионы металлов, а также органические и неорганические соединения, обладающие высокой растворимостью и электропроводностью.

Проблема получения алюминиевых гальванопокрытий была рассмотрена В.И. Лайнером и проведена классификация известных электролитов алюминирования [2] и выделены следующие группы электролитов: эфирно-гидридные [3], комплексные алюмоорганические [4, 5], этилбромидные [6], алкилбензолные [7], алкилбензолные с четвертичными аммониевыми соединениями [8].

Основными недостатками этих электролитов являются: нестойкость, осаждение алюминиевых покрытий в узком диапазоне плотности тока, плохая адгезия к основе. Процесс электро-

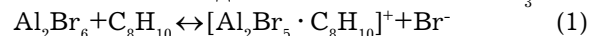
small grain size and high number of structural defects. After the annealing internal friction is reducing and  $Q^{-1} = f(T)$  curves shift towards more positive temperatures.

лиза затруднен применением инертной атмосферы и закрытых электролизеров, поскольку при контакте электролитов с атмосферной влагой они разлагаются, а в некоторых случаях становятся взрывоопасны. Все эти факторы ограничивают широкое использование неводных электролитов в промышленном масштабе.

Наиболее стабильные результаты были получены при получении алюминиевых покрытий из алкилбензолных электролитов и прежде всего из этилбензолных [9-12]. Перспективными являются и ксилольные электролиты [7], при этом используют как отдельные изомеры, так и их смесь [13], которые допускают ограниченный контакт с атмосферной влагой.

Особенность ксилольных электролитов проявляется в том, что для получения хороших покрытий необходима предварительная обработка их электрическим током. Свежеприготовленные растворы имеют очень низкую электропроводность ( $\kappa$ ). Поэтому начальное напряжение ( $U_{нач}$ ), которое устанавливается на электролизере, достаточно высокое и зависит от изомерной природы КС. В электролите с *орто*-КС  $U_{нач} \sim 10$  В, с *мета*-КС  $\sim 7$  В и с *пара*-КС  $\sim 5$  В. Из этих растворов алюминиевые покрытия практически не осаждаются. С течением времени  $\kappa$  повышается, например, в электролите с *мета*-КС  $\kappa$  за сутки возрастает с  $0,2 \cdot 10^{-4}$  до  $2,8 \cdot 10^{-3}$  Ом $^{-1} \cdot$  см $^{-1}$ .

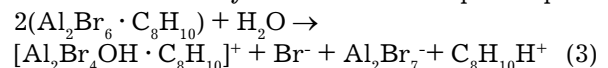
Одной из основных причин увеличения  $\kappa$  с течением времени является образование способных диссоциировать комплексов [13] в результате химических взаимодействий ксилола с  $AlBr_3$ :



$Br^-$  - ионы взаимодействуют с бромидом алюминия с образованием анионов  $Al_2Br_7^-$ :



$\pi$  - комплексы  $AlBr_3$  с ксилолом под действием следов влаги подвергаются гидролизу [14], что также способствует повышению  $\kappa$  растворов:



Электропроводность растворов увеличивается также вследствие процессов переалкилирования и диспропорционирования ароматического углеводорода [13]. Например, одним из продуктов переалкилирования *мета*-КС является мезитилен, обладающий более высокой основностью, что позволяет объяснить повышение  $\kappa$  во времени

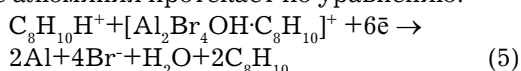
[15]. Хроматографическим методом установлено [16], что реакции переалкилирования КС способствуют накоплению дурола, пренитола, псевдокумола и бромистого метила. Сложные взаимодействия между  $\text{CH}_3\text{Br}$  и  $\text{AlBr}_3$  приводят к разрыву связей  $\text{Ar}-\text{CH}_3$  и  $\text{AlBr}_3$ , а освобожденные метильные группы образуют положительно заряженные комплексы:



Заметное влияние на  $\alpha$  оказывает пропускание через ксилольные растворы постоянного электрического тока, что приводит к увеличению концентрации ионизированных продуктов анодной реакции растворения алюминия [13, 17].

Измерения показали, что с увеличением времени пропускания тока напряжение на электролизере снижается до значения  $U_{\text{раб}}$  (рабочее напряжение), при котором начинают осаждаться алюминиевые покрытия. Для раствора  $\text{AlBr}_3$  с *орто*-КС  $U_{\text{раб}} = 6,5$  В, с *мета*-КС  $\sim 5$  В и с *пара*-КС  $\sim 4$  В. При этом количество пропущенного электричества ( $Q$ ) для достижения  $U_{\text{раб}}$  зависит от изомерной природы КС. Для растворов с *орто*-КС, *мета*-КС и *пара*-КС  $Q$  соответственно равно 3,2; 1,6 и 0,9  $\text{А} \cdot \text{ч}/\text{дм}^3$ .

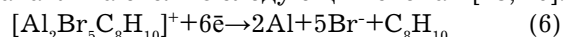
Предполагается [14], что электровосстановление алюминия протекает по уравнению:



Образующиеся молекулы воды усиливают гидролиз, что сопровождается увеличением  $\alpha$ .

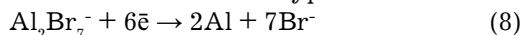
Из уравнений (1)-(4) следует, что в катодном процессе могут участвовать и другие ионы:

$[\text{Al}_2\text{Br}_5 \cdot \text{C}_8\text{H}_{10}]^+$  и  $[\text{CH}_3\text{AlBr}_3]^+$ , которые восстанавливаются по следующим схемам [13, 16]:

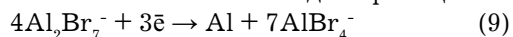


Из уравнений (2) и (3) видно, что при химических превращениях образуются анионы  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$ .

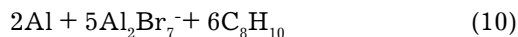
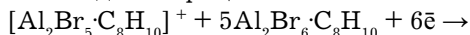
При рассмотрении механизма электродных реакций наиболее противоречивые мнения были высказаны относительно разряда этих анионов на катоде. По мнению авторов [3, 17, 19] возможна реакция их восстановления по уравнению:



Симанавичюс [13], исследуя электроосаждение алюминия из толуольного раствора бромида диметилэтилфениламмония, рассматривает несколько иной механизм катодной реакции



В этой же работе [13] выделение алюминия из ксилольных электролитов предполагается из положительных ионов без участия анионов  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$ , которые являются лишь продуктами суммарного катодного процесса:



С целью изучения ионного состава растворов  $\text{AlBr}_3$  в изомерах ксилола в процессе обработки их постоянным током был использован метод ИК-спектроскопии [20, 21]. Из анализа ИК-спектров растворов  $\text{AlBr}_3$  в изомерах КС было установлено, что комплексообразование, связанное с переносом  $\pi$ -электронов от донора (ксилола) к акцептору -  $\text{AlBr}_3$ , оказывает влияние на характер полос поглощения, особенно в области валентных колебаний С-С и внеплоскостных деформационных колебаний С-Н. Появление в ИК-спектрах новых полос, особенно в области 400-800  $\text{см}^{-1}$  обусловлено образованием продуктов электролиза и гидролиза  $\pi$ -комплексов. Наиболее заметные изменения в ИК-спектрах исследуемых растворов были обнаружены после прохождения постоянного электрического тока. Например, в области 450  $\text{см}^{-1}$  была выявлена полоса поглощения, соответствующая к аниону  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$  [22]. В процессе обработки растворов током происходит усиление интенсивности этой полосы, а оптическая плотность ( $D$ ) возрастает, что соответствует увеличению концентрации  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$  [23, 24]. В работе [25] было отмечено, что *орто*-КС, вследствие так называемого "орто-эффекта", обладает самой низкой в сравнении с другими изомерами ксилола донорной активностью и, следовательно, способностью образовывать  $\pi$ -комплексы с  $\text{AlBr}_3$ .

С увеличением  $Q$  до 5  $\text{А} \cdot \text{ч}/\text{дм}^3$  оптическая плотность раствора ( $D$ ) возрастает, что соответствует повышению концентрации  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$  и согласуется с реакцией (10). Эта закономерность наблюдается для всех изомеров КС, при этом наибольшая  $D$  обнаружена для раствора с *пара*-КС. При дальнейшем увеличении  $Q$  для всех растворов  $D$  уменьшается и соответственно снижается концентрация  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$ . Одной из причин может быть участие анионов  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$  в катодном процессе в соответствии с реакциями (8) и (9). Однако измерения ВТ Al в зависимости от катодной плотности тока  $i_{\text{к}}$  и  $Q$  показали, что восстановление анионов  $\text{Al}_2\text{Br}_7^-$  на катоде маловероятно.

Если через раствор пропущено 5  $\text{А} \cdot \text{ч}/\text{дм}^3$ , то с увеличением  $i_{\text{к}}$  от 1 до 5  $\text{А}/\text{дм}^2$  в растворе с *орто*-КС ВТ Al снижается с 62 до 30%, в *мета*-КС - с 81 до 45%, а в *пара*-КС - с 93 до 43%.

С увеличением  $Q$  до 30  $\text{А} \cdot \text{ч}/\text{дм}^3$  самая большая концентрация  $\text{AlBr}_3$  - в растворе с *орто*-КС (таблица), но ВТ Al (при  $i_{\text{к}} 1 \text{ А}/\text{дм}^2$ ) составляет всего 46% (рис. 1), в то время как в растворе с *мета*-КС ВТ Al 78%, а с *пара*-КС - 87%.

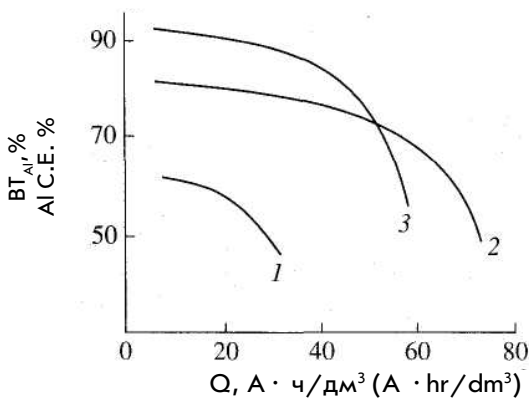
При дальнейшем увеличении  $Q$  ВТ Al снижается для всех растворов. Это объясняется заметной поляризацией при выделении алюминия (рис. 2). Из анализа поляризационных кривых

**Таблица.** Влияние продолжительности пропускания электрического тока через растворы  $AlBr_3$  с изомерами ксилола на оптическую плотность ( $D$ ) полосы поглощения аниона  $Al_2Br_7^-$  ( $\nu = 450 \text{ см}^{-1}$ ).

**Table.** Effect of electric charge passed through  $AlBr_3$  solutions with xylene isomers on optical density ( $D$ ) absorption bands of  $Al_2Br_7^-$  anion ( $\nu = 450 \text{ см}^{-1}$ ).

Растворитель Solvent	$D$				
	Свежеприготовленный раствор Solution just made up	Количество пропущенного электричества $Q$ , $A \cdot ч/дм^3$ Charge past $Q$ , $Ah/dm^3$			
		5	20	40	60
Орто-КС Orto-KC	0,176	1,000	0,623	0,491	-
Мета-КС Meta-KC	0,531	0,568	0,505	0,477	0,415
Пара-КС Para-KC	0,770	1,097	0,415	0,380	0,342

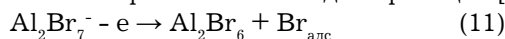
следует, что с увеличением  $Q$  от 10 до  $30 \text{ A} \cdot ч/дм^3$  частичная скорость разряда алюминия снижается (рис. 2, кривые 1' и 2'), а водорода - возрастает (кривые 1'' и 2'').



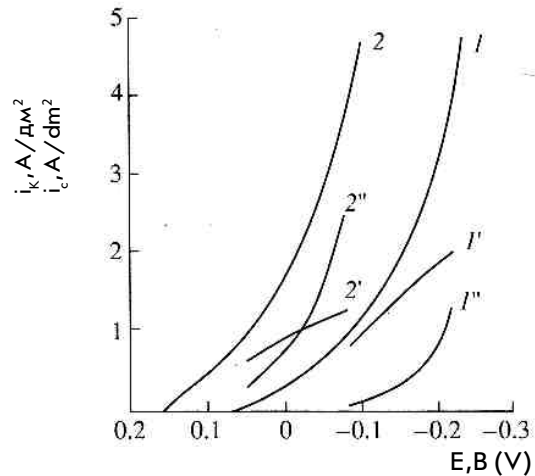
**Рис. 1.** Зависимость выхода по току алюминия от  $Q$ . Растворитель: 1. - орто-КС; 2. - мета-КС; 3. - пара-КС.  
**Fig.1.** Aluminum C.E. vs charge past. Solvent: 1. - орто-КС; 2. - мета-КС; 3. - пара-КС

Наблюдаемая деполяризация суммарной поляризационной кривой обусловлена увеличением количества потенциалопределяющих ионов (реакция (3)) при катализирующем влиянии молекул воды, концентрация которых непрерывно растёт (реакция (5)) в процессе электролиза.

Таким образом, можно предположить, что уменьшение концентрации  $Al_2Br_7^-$  с увеличением  $Q$  обусловлено протеканием анодной реакции [26]:



С увеличением  $Q$  наряду с уменьшением ВТ Al вследствие происходящих химических превращений снижаются эксплуатационные возможности электролитов. Со временем электролиты расслаиваются, при этом верхний светлый слой



**Рис. 2.** Поляризационные кривые (1 и 2) при электроосаждении алюминия из растворов  $500 \text{ г/дм}^3$   $AlBr_3$  пара-КС.  $Q$  ( $A \cdot ч/дм^3$ ): 1, 1', 1'' - 10; 2, 2', 2'' - 30. Парциальные кривые выделения алюминия (1' и 2') и водорода (1'' и 2'').

**Fig.2.** Polarization curves of Al electrodeposition from solution  $500 \text{ g/dm}^3$   $AlBr_3$  para-KC.  $Q$  ( $Ah/dm^3$ ): 1, 1', 1'' - 10; 2, 2', 2'' - 30. Partial polarization curves: Al electrodeposition (1' and 2') hydrogen (1'' and 2'')

состоит в основном из молекул растворителя и продуктов переалкилирования, а нижний, тёмный слой, включает не только указанные выше продукты гидролиза и восстановления  $\pi$ -комплексов, но и полимеры и олигомеры, образующиеся при электролизе [27]. Верхний слой некоторое время тормозит реакцию гидролиза, защищая электролит от проникновения в него атмосферной влаги. Однако вода, образующаяся в процессе электролиза в нижнем слое, накапливается и разлагает электролиты. Из таких растворов осаждается рыхлый алюминий с плохой адгезией к основе, поэтому они считаются отработанными. В этом случае количество пропущенного электричества

является критическим ( $Q_{кр}$ ) и зависит от природы растворителя. При достижении  $Q_{кр}$  резко снижается ВТ Al (рис. 1). Для раствора с орто-КС  $Q_{кр}$  20 А·ч/дм<sup>3</sup>, а для мета- и пара-КС  $Q_{кр}$  соответственно ~ 60 и 40 А·ч/дм<sup>3</sup>. Из последних двух растворов более стабильным является первый, что объясняется большей прочностью π-комплексов  $AlBr_3$  с мета-КС. Электролиты с пара-КС разлагаются раньше, так как пара-КС является более слабым основанием, чем мета-КС [15, 28].

Из полученных данных можно заключить, что если через электролиты пропущено до ~5 А·ч/дм<sup>3</sup>, то концентрация ионов  $Al_2Br_7^-$  возрастает для всех изомеров КС. При дальнейшем увеличении Q концентрация этих ионов постепенно уменьшается, что сопровождается снижением ВТAl и увеличением поляризации при выделении алюминия. Можно предположить, что ионы  $Al_2Br_7^-$  в большей мере участвуют в анодном, а не катодном процессе.

Для изучения структуры электролитических покрытий в основном применяют физические методы исследования, например растровая электронная микроскопия (РЭМ), метод внутреннего трения (МВТ) и др. [29, 30]. Основой МВТ является изучение в твердом теле различных механизмов превращения упругой энергии в тепловую [31].

Внутреннее трение может быть обусловлено многими причинами, в том числе и движением дислокаций или их скоплением (границы зерен) под действием малых приложенных напряжений.

Наиболее низкий уровень внутреннего трения вплоть до температур плавления наблюдается в монокристаллических материалах, что обусловлено достаточно низкой плотностью дислокаций и других дефектов. С увеличением плотности дислокаций фон внутреннего трения возрастает. Например, при увеличении плотности дислокаций от  $2 \cdot 10^{10}$  до  $1 \cdot 10^{11}$  см<sup>-2</sup> в монокристаллических пленках меди (толщиной 5-10 мкм без двойников и дефектов упаковки) фон внутреннего трения возрастает примерно в 2-2,5 раза [32].

Следует отметить, что многочисленными экспериментами было установлено, что на формирование фона и максимума внутреннего трения существенное влияние оказывают границы зерен в поликристаллических металлах. Например, появление зернограничного максимума внутреннего трения наблюдается в вакуумных (10<sup>-4</sup> тор) металлических конденсатах алюминия с мелким зерном (0,1-0,2 мкм) при 400 К. При недостаточно высоком вакууме оказывают влияние процессы рекристаллизации и, как следствие, приводящие к росту зерна и снижению фона и максимума внутреннего трения [33].

Появление зернограничного максимума внутреннего трения объясняют образованием слоя, имеющего неупорядоченную структуру атомов,

вызванную наличием в границе зерна дислокаций, вакансий и примесных атомов. Знакопеременные напряжения приводят к перемещению атомов в границе зерна, что является одной из причин большого затухания в мелкозернистых материалах [32].

Для гальванических осадков, осажденных из водных растворов электролитов, метод внутреннего трения был применен, например, при изучении механизма упорядочения структуры электролитической меди [34].

Метод внутреннего трения позволил объяснить ряд особенностей в процессе дорекристаллизационного отжига, таких как аномальные изменения свойств в никелевых и хромовых покрытиях [35], обусловленных адсорбцией примесей, внедрением водорода и гидроксидов при электрокристаллизации.

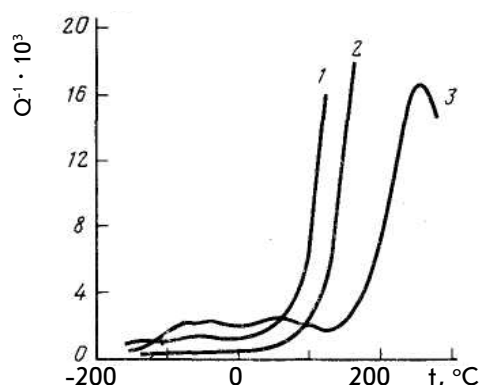
Электронномикроскопические исследования показали, что электролитический алюминий (ЭА), осажденный из ксилольного электролита [36], имеет поликристаллическую структуру со средним размером зерна ~ 130 нм (рис. 3).



**Рис. 3.** Микроструктура электролитического алюминия ( $\times 6 \cdot 10^4$ ).

**Fig.3.** Microstructure of Al coating ( $\times 6 \cdot 10^4$ )

Для пленок ЭА наблюдается резкое увеличение внутреннего трения (рис. 4, кривая 1), что обусловлено мелкокристаллическостью и высокой дефектностью структуры.



**Рис. 4.** Температурная зависимость внутреннего трения электролитического алюминия не отожженного (1) и отожженного при температуре, °С: 2. - 450°С; 3. - 600°С.

**Fig.4.** Temperature dependence of internal friction of Al coating before (1) and after annealing at: 2. - 450°С; 3. - 600°С

Малый размер зерна объясняется тем, что в процессе электролиза на катоде одновременно с алюминием выделяется водород, который, находясь в атомарном состоянии, может привести к задержке роста кристаллитов осадка, нарушению процесса кристаллизации и увеличению дефектов структуры.

Возможность выделения водорода из кислых электролитов связана со сложными превращениями, происходящими в процессе электролиза (реакции 5-10), а образующиеся молекулы воды могут принимать участие в катодном процессе.

Возможность образования водорода подтверждается данными по выходу по току алюминия (рис. 1), который в зависимости от условий электролиза составляет от 50 до 80 %. Из уравнения (4) следует также, что образующиеся в прикатодном слое ионы гидроксила  $\text{OH}^-$  повышают  $\text{pH}_s$  прикатодного слоя. При относительно невысокой буферной емкости электролита и в отсутствие перемешивания возможно образование гидроксидных соединений алюминия, которые, адсорбируясь на растущих гранях кристаллитов и нарушая условия их роста, увеличивают дефектность структуры. Возможность внедрения кислорода в кристаллическую решетку электролитического алюминия подтверждена спектроскопическими исследованиями, в соответствии с которыми при  $\lambda = 412$  и  $421 \text{ см}^{-1}$  обнаружены полосы Al-O.

В работе [32] установлено, что температурный отжиг поликристаллического конденсата алюминия влияет на внутреннее трение и характер температурной зависимости  $Q^{-1} = f(T)$ . После отжига при  $500^\circ\text{C}$  (0,5 часа) протекают процессы рекристаллизации, приводящие к росту зерна, снижению пика внутреннего трения и смещению его в положительную область температур при  $450^\circ$ .

Аналогичная закономерность обнаружена при отжиге электролитического алюминия, осажденного из кислого электролита [36] (рис. 4, кривые 2 и 3).

Рекристаллизация ЭА в процессе отжига сопровождается увеличением размеров зерна. Например, при температуре отжига  $450^\circ\text{C}$  средний размер зерна возрастает до 830 нм (рис. 5), что сопровождается уменьшением фона внутреннего трения и смещением кривых  $Q^{-1} = f(T)$  в положительную область температур.

При дальнейшем повышении температуры отжига до  $600^\circ\text{C}$  эта закономерность сохраняется: средний размер зерна возрастает до 980 нм, а на кривой зависимости  $Q^{-1} = f(T)$  появляется зернограничный пик (рис. 4, кривая 3) в области более высоких температур.

Из полученных данных можно заключить, что ЭА имеет поликристаллическую и дефектную

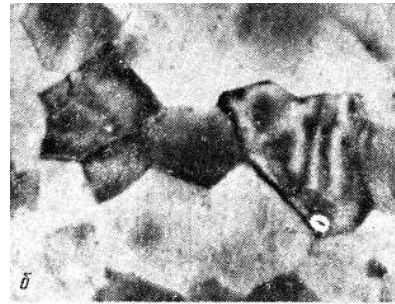


Рис. 5. Микроструктура электролитического алюминия, отожженного при  $450^\circ$  ( $\times 2 \cdot 10^4$ ).

Fig.5. Microstructure of Al coating, annealed at  $450^\circ\text{C}$  ( $\times 2 \cdot 10^4$ )

структуру, обусловленную влиянием газообразного водорода, образующегося в процессе электролиза, а также включением в катодный осадок гидроксидных соединений алюминия, которые, концентрируясь на границах зерен, являются источником фона внутреннего трения.

Следует отметить, что для более глубокого изучения структуры гальванических покрытий, осажденных как из водных, так и из неводных электролитов, целесообразно применять метод внутреннего трения, позволяющий установить влияние многих факторов (условий электролиза, температуры отжига и др.) на процесс электрокристаллизации металлов.

#### Список литературы

1. Лайнер В.И., Кудрявцев Н.Т. Основы гальваностегии. - 3-е изд. ч. II - М.: Изд-во черной и цветной металлургии. 1957. - С. 108-112.
2. Практикум по прикладной электрохимии: учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.Т. Кудрявцева и П.М. Вячеславова. - 2 изд. - Л.: Химия. - 1980. - С. 97-104.
3. Dotzer R. Galvano-aluminium and seine anodische Oxidation // Chem. Ing. Tech. - 1973. - Bd. 45. - P. 653-658.
4. Couch D.E., Brenner A.J. Hydride Bath for the Electrodeposition of Aluminium // J. Electrochem soc. 1952. Vol. 99. № 6. P. 234-244.
5. Симанавичюс Л.Э., Капавичюс. Электроосаждение алюминия из о-, м-, п- кислых растворов  $\text{AlBr}_3$  и некоторые свойства покрытий // Тр. АН ЛитССР. - Сер. Б. - 1971. - Т.1(64). - С. 83-93.
6. Capuano G.A., Ducasse R., Davenport W.G. Electrodeposition of aluminium - copper alloys from Alkyl Benzene Electrolytes // Appl. Electrochem. 1979. Vol. 9. № 1. P. 7-13.
7. Симанавичюс Л.Э., Левинскене А.М. Некоторые свойства растворов бромистого алю-



- миния в ксилоле // Электрохимия.- 1966.- Т.2.- Вып. №3.- С. 353-355.
8. Шаркис А.А., Симанавичюс Л.Э. Электродиты алюминирования с четвертичными алюминиевыми соединениями, содержащими ароматическую группу // Тр. АН ЛитССР. Сер.Б.- 1986.- Т.4 (155).- С. 16-24.
9. Казаков В.А., Титова В.Н., Петрова Н.В. Электродитическое поведение алюминия в этилбензольном электролите // Электрохимия.- 1976.- Т.12.- Вып. № 4.- С. 576-579.
10. Ларченко В.Е., Казаков В.А., Титова В.Н., Чуваев В.Ф. О химических превращениях в этилбензольном электролите алюминирования // Электрохимия.- 1978.- Т. 14.- Вып. №4.- С. 588-591.
11. Петрова Н.В., Титова В.Н., Казаков В.А., Бялзор С. Катодные процессы при электроосаждении алюминия из этилбензольных электролитов // Электрохимия.- 1987.- Т. 22.- № 1.- С. 56-60.
12. Казаков В.А., Титова В.Н., Петрова Н.В., Явич Л.А. Гальванические алюминиевые покрытия // Коррозия: материалы, защита.- 2005.- № 8.- С. 37-44.
13. Симанавичюс Л.Э. Механизм и основные закономерности процессов электроосаждения алюминия из алкилбензольных растворов: Автореф. дис. д-ра хим. наук. -Вильнюс.-1988.- 40 с.
14. Спиридонов Б.А., Фаличева А.И. Коррозионная стойкость алюминиевых гальванопокрытий // Защита металлов. - 1984.- Т. 20. - С. 290-292.
15. Физер Л., Физер М. Органическая химия. - М.: Химия.- 1970. -Т. 2. - С. 134-136.
16. Халдеев Г.В., Шавкунов С.П., Щуров Ю.А., Василюк А.А., Корзанов В.С. Исследование химических превращений в алкилбензольных электролитах алюминирования // Защита металлов. -1995.-Т.31.-№3. С. 300-303.
17. Спиридонов Б.А. Влияние изомерной природы ксилола и продолжительности пропускания тока на химические превращения в электролитах алюминирования // Электрохимия.- 1999.-Т.35. № 6.-С. 719-723.
18. Измайлов Л.А. Электрохимия растворов.- М.: Химия.- 1976.- 488 с.
19. Томилов А.П., Майранавский С.Г., Фиошин М.Я. Смирнов В.А. Электрохимия органических соединений.-Л.: Химия.- 1969.- 592 с.
20. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул.-М: Мир.- 1971.- 319 с.
21. Сильверстейн Р., Басслер Г., Моррил Т.Спектрометрическая идентификация органических соединений.- М.: Мир.- 1977.- 590 с.
22. Коптюг В.А. Арениониевые ионы.- Новосибирск: Наука.- 1983.- 183 с.
23. Грибов Л.А. Теория интенсивности в ИК-спектрах многоатомных молекул.- М.: Наука.- 1963.- 155с.
24. Спиридонов Б.А., Фаличева А.И., Воробьева Р.П., Бобряшов А.И. Влияние продолжительности обработки током на спектральные характеристики ксилольных электролитов алюминирования // Изв. вузов. Химия и хим. технология.- 1987.- Т.30. - С.66-70.
25. Спиридонов Б.А., Фаличева Л.И. Электрохимические и фотохимические процессы, происходящие при электроосаждении Al из о-, м-, п-ксилольных растворов AlBr<sub>3</sub> // Электрохимия.- 1987.- Т.23.- Вып.5.- 714 с.
26. Elam M., Gileadi E. Cyclic Voltammetry in Solutions of Aluminium Bromide and KBr in Aromatic Hydrocarbons. Surface Processes // J. Electrochem. Soc. 1979. V.126. №9.- P. 1474-1479.
27. Симанавичюс Л.Э., Стакенас А.Р. Особенности электроосаждения алюминия из неводных электролитов // Исследования в области электроосаждения металлов.- Вильнюс.- 1973.- Т.2.- С. 136-140.
28. Brown H.C., Wallace W/Y/ Complexes of Hydrogen Bromide - Aluminium Bromide with Aromatic Hydrocarbons // J. Amer. Chem. Soc. 1953. Vol.75. P. 6268-6274
29. Поветкин В.В., Ковенский И.М. Структура электролитических покрытий.-М.: Металлургия.- 1989.- 136 с.
30. Гамбург Ю.Д. Электролитическая кристаллизация металлов и сплавов.-М.: Янус-К.- 1977.- 384 с.
31. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. М.: Металлургия.- 1974.- 352 с.
32. Золотухин И.В., Шаршаков И.М. Физика и химия обработки материалов. О связи структурных дефектов с демпфирующей способностью металлических материалов.- 1976.- № 6. - С.107-112.
33. Золотухин И.В., Белоногов В.К., Иевлев В.В., Постников В.С. Внутреннее трение в пленках алюминия // Физика и химия обработки материалов.- 1968.- №5. - С. 163-168.
34. Мамонтов Е.А., Викарчук А.А., Гусликов В.М. Гидроокись и старение меди // Электрохимия.- 1980.- Т.16.- №8.- 1210 с.
35. Гранкин Э.А., Фаличева А.А., Алтухов В.К. Исследование температурной зависимости внутреннего трения в электролитических соединениях.- М.: Мир.- 1977.- 590 с.

ческих осадках хрома. Электрохимия. -1971.  
-Т.7. -№8. - С.1131.

36. Гранкин Э.А., Спиридонов Б.А., Фаличева А.И. Влияние температуры отжига на анодное растворение электролитического алюминия // Защита металлов. -1990. -Т.26. -№3. - С.421-425.

Воронежский государственный  
технический университет,  
Воронеж, Россия.  
Voronezh State Technical University, Russia



## «СОНИС»

Современные химико-гальванические технологии

Москва, 109240, ул. Яузская, 8-2

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 композиции мирового класса**: моющие средства, плёнообразующие составы, фосфатирующие концентраты, блескообразующие и др. добавки – для процессов:



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

- |                  |                     |
|------------------|---------------------|
| ➤ ОБЕЗЖИРИВАНИЕ  | ➤ МЕДНЕНИЕ          |
| ➤ ТРАВЛЕНИЕ      | ➤ НИКЕЛИРОВАНИЕ     |
| ➤ ЦИНКОВАНИЕ     | ➤ ХРОМИРОВАНИЕ      |
| ➤ ХРОМАТИРОВАНИЕ | ➤ ФОСФАТИРОВАНИЕ    |
| ➤ ХРОМИТИРОВАНИЕ | ➤ ХОЛОДНОЕ ЧЕРНЕНИЕ |

Внедрение современных технологий обеспечит:

- расширение рабочих параметров процессов;
- повышение качества наносимых покрытий;
- улучшение экономических и экологических показателей Вашего производства

**ЛУЧШИМ В ОТРАСЛИ –  
ЛУЧШИЕ ДОБАВКИ!**

## 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 10036кратное 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. (8499) 978-56-51, моб. 8-916-616-96-99,  
факс (8495) 600-29-64.  
Email: [gtech@muctr.edu.ru](mailto:gtech@muctr.edu.ru)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Руководитель предприятия  
Главный технолог

Пальцев Владимир Алексеевич  
Мазур Валентина Алексеевна

Проблемы с качеством покрытий?

Проблемы с обработкой стоков?

Проблемы с очисткой?

Обратитесь  
в компанию

**SERFILCO!**

Вертикальные насосы

Погружные системы фильтрации

Компактные системы фильтрации

Угольные и ионообменные системы очистки

Насосы с магнитной муфтой

Насосы с прямым приводом

Многокартриджные системы фильтрации

Системы фильтрации

Самовсасывающие насосы

Портативные системы фильтрации

Дозирующие насосы

Гравитационные системы фильтрации

Насосы для бочек

Закажите полный каталог оборудования SERFILCO



**SERFILCO® Ltd.**

2900 MacArthur Blvd., Northbrook, IL 60062-2005 U.S.A.

Тел./факс в Москве: (495)968-10-49, (495)259-24-55

E-mail: [info@serfilco.ru](mailto:info@serfilco.ru)

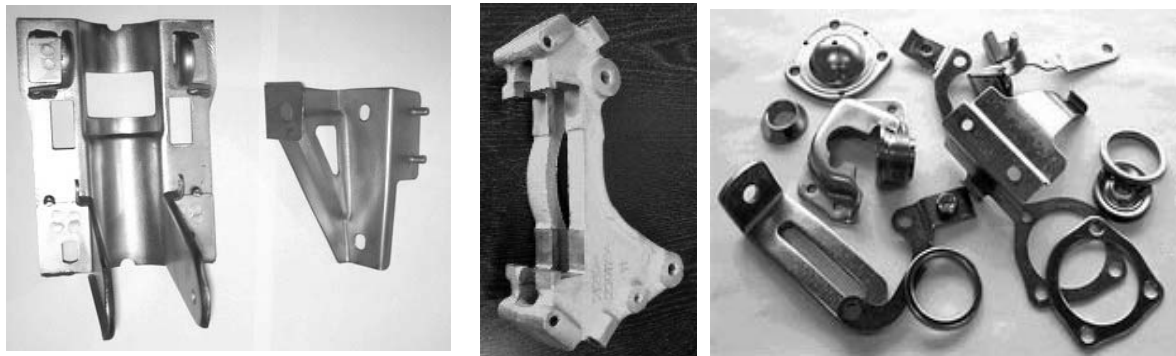
Web: [www.serfilco.ru](http://www.serfilco.ru)

## 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»**

ООО «РТС Инжиниринг»



### Гальванические линии для различных видов покрытий и производств

Обеспечение Заказчиков современным, высокотехнологичным оборудованием для нанесения любых химико-гальванических покрытий, а также покрытий, используемых при изготовлении печатных плат является основной задачей отдела гальванического оборудования фирмы ООО «РТС Инжиниринг».

Наше предприятие производит гальваническое оборудование по европейской технологии с использованием импортных материалов и комплектующих устройств известных фирм.

Одновременно мы можем поставить Вам оборудование от европейских производителей для нанесения различных химико-гальванических покрытий.

Для обеспечения наших заказчиков лабораторным оборудованием для нанесения различных покрытий, в том числе для производства печатных плат, мы сотрудничаем с известной немецкой фирмой Walter Lemmen.

Особенностями оборудования ООО «РТС Инжиниринг» являются экономичность, надежность и удобство эксплуатации, в сочетании с обеспечением оперативного гарантийного и сервисного обслуживания гальванических линий, построенных на основе технологических пожеланий и инвестиционных возможностей заказчика.

### Специалисты нашего предприятия выполняют следующие работы:

- Разработку и производство гальванических линий под любой процесс и задачи Заказчика.
- Поставку импортных гальванических линий от лабораторных установок до полностью автоматизированных систем;
- Подбор и поставку отдельных единиц оборудования;
- Изготовление для заказчиков ванн из материалов ПП, ПВХ и ПВДФ, в зависимости от используемого раствора;
- Производство стационарных и передвижных установок для приготовления раствора;
- Изготовление вентиляционных систем из пластика;
- Проведение монтажных и пуско-наладочных работ, сервисное обслуживание поставляемых гальванических линий, поставка запасных частей;
- Модернизацию гальванических линий отечественного и зарубежного производства;
- Организацию проектных работ и разработку технологической части проекта для новых и реконструируемых производств.

Используя передовой опыт европейских производителей гальванического оборудования, мы всегда готовы к сотрудничеству для создания на Вашем предприятии современного производства любой производительности: от лабораторных установок до полностью автоматизированных систем.

По вопросам поставки гальванического оборудования вы можете обращаться к:

Крылову Евгению Александровичу – начальнику отдела гальванического оборудования

Демидову Андрею Викторовичу – техническому менеджеру

Бородулину Александру Александровичу – техническому менеджеру

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

УДК 621.35;504

## Доочистка сточных вод гальванических производств

Дашибалова Л.Т., Батоева А.А.

*Ключевые слова:* Очистка воды; сточные воды; металлообрабатывающие гальванические производства; сорбция металлов; природные цеолиты

Определены равновесные и кинетические параметры сорбции катионов металлов и аммония из гальванических растворов природными цеолитами. Установлен ряд селективности цеолитов к данным катионам  $\text{NH}_4^+ > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Ni}$ . Проведены расчеты защитного времени действия слоя сорбента и размера сорбционного фильтра по наименее сорбируемому иону для реальных условий.

В качестве сорбента было применено местное сырье - природные цеолиты Мухор-

Талинского месторождения Республики Бурятия. Концентрация катионов в промывной воде после реагентной очистки составляла в ммоль/дм<sup>3</sup>:  $\text{Cu}^{2+}$  - 0,128;  $\text{Ni}^{2+}$  - 0,112;  $\text{Zn}^{2+}$  - 0,068 и  $\text{NH}_4^+$  - 0,354 и общее количество макрокатионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Fe}^{3+}$  - 3,5. Эффективность сорбционной доочистки удовлетворяет требованиям для повторного использования на предприятии и частично для сброса в городской коллектор канализации.

## Additional Purification of Waste Water after Conventional Waste Treatment in Plating Industry

Dashibalova L.T., Batoeva A.A.

*Keywords:* Sewage post treatment; plating solutions; sorption of metals; natural zeolite

Equilibrium and kinetic parameters of sorption of cations of metals and ammonium from rinse water by natural zeolites were determined. Selectivity of zeolites for following cations was established:  $\text{NH}_4^+ > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Ni}$ . The calculations of protection time of a sorbent layer and the of a sorption filter for Ni ions for real conditions were made.

The regional raw material - natural zeolites of the Muhor-Talinsky deposit of the Republic of Buryatia has been applied as a sorbent. Selected and fractioned zeolites samples with grain of 1-5 mm in diameter were of klinoptilolite-mordenite nature. Cations concentrations in the rinse water after conventional treatment were equal to (mmol/dm<sup>3</sup>):  $\text{Cu}^{2+}$  - 0.128;  $\text{Ni}^{2+}$  - 0.112;  $\text{Zn}^{2+}$  - 0.068 and  $\text{NH}_4^+$  - 0.354, and overall concentration of macrocations  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  was equal to - 3.5.

Experiments were made with model solutions and real waste water of «Instrument-Making Association», Ulan-Ude. Calculations were based on Ni ions as less sorbable. Determination of equilibrium and kinetic parameters of sorption was conducted for the experimental data of the static (figure 1) and dynamic (figure 2) tests. The calculation of life time of the sorption filter was made for the residual concentration not exceeding its limiting value. According to our investigations the efficiency of additional sorption treatment meets the requirements for the recycling of rinse water as well as those for the disposal into a city sewer system (table 2). The recycling of purified water allows to reduce the consumption of fresh water, the amount of disposed water, and the consumption of reagents.



### Введение

В условиях растущего антропогенного прес-са на водные объекты необходим переход к новому качественно более высокому уровню организации рационального использования воды на промышленных предприятиях путем создания замкнутых систем оборотного водоснабжения. Особенно это актуально для гальванических производств, так как ионы тяжелых металлов представляют серьезную опасность для водных объектов, поскольку они обладают кумулятивными свойствами, могут передаваться по трофическим цепям и накапливаться в донных отложениях.

На большинстве металлообрабатывающих предприятий, имеющих локальные очистные сооружения, используют реагентную обработку известью и флокулянтами для осаждения гидроксидов металлов. При этом образуются большие объемы осадков, увеличивается общее содержание и вода не может быть использована в обороте без дополнительной доочистки. Все это обуславливает необходимость разработки и реализации современных технологий очистки стоков от тяжелых металлов, позволяющих обеспечить высокую эффективность процессов очистки, а также возможность создания на их основе комплексных технологий с замкнутым циклом водопотребления. Повторное использование очищенных сточных вод позволяет сократить потребление свежей воды, сброс стоков и уменьшить расход реагентов [1].

Выбор метода очистки зависит от состава примесей и их концентраций, объема сточных вод и требований к качеству воды повторного использования. Сорбционное извлечение металлов является одним из эффективных методов доочистки стоков гальванических производств [2]. Сточные воды после реагентной очистки и нейтрализации представляют собой смесь труднооседаемых взвесей гидроксидов и растворенных форм металлов. Применение минеральных сорбентов для доизвлечения металлов из производственных растворов может существенно изменить ситуацию в лучшую сторону. На наш взгляд достаточно перспективными являются природные цеолиты, обладающие высокой селективностью и степенью извлечения металлов из разбавленных растворов [3,4].

Несмотря на сравнительно сложный катионный и анионный состав сточных вод гальванических производств, рассматриваемая система по исследуемым ионам рассчитывается как однокомпонентная по наименее сорбируемому иону [5]. Основанием для этого является следующее:

- в процессе работы ионообменной колонны сорбенты переходят в равновесную форму по макрокомпонентам системы;

- сорбция исследуемых ионов, присутствующих в исходном растворе в микроконцентрациях, описывается линейной изотермой, учитывающей концентрацию макрокомпонентов и не зависящей от других микрокомпонентов системы.

### Методы исследования

Целью данной работы является исследование эффективного фильтрования и сорбции металлов на цеолитах из промывных и сточных вод гальванического производства. В экспериментах были использованы природные цеолиты Мухор-Талинского месторождения Республики Бурятия. Образцы относятся к клиноптилолит-мордениту с содержанием породообразующего материала - клиноптилолита 65%. Ионообменная емкость образцов в природной форме составляла 0,64 ммоль/г, определенная десорбцией одно-молярным раствором соляной кислоты и вычисленная по сумме обменных катионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ).

Остаточная концентрация катионов в промывной воде после реагентной очистки составляла в ммоль/дм<sup>3</sup>:  $\text{Cu}^{2+}$  - 0,128;  $\text{Ni}^{2+}$  - 0,112;  $\text{Zn}^{2+}$  - 0,068 и  $\text{NH}_4^+$  - 0,354 и общее количество катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Fe}^{3+}$  - 3,5. Исследования проводились на модельных растворах и реальной воде ОАО «Приборостроительное объединение» г. Улан-Удэ. Химический анализ компонентов в воде определялся атомно-абсорбционным, фотометрическими и титриметрическими методами. Использованы отобраные образцы цеолитов с диаметром зерна 1-5 мм.

### Экспериментальная часть

Проведенные эксперименты в статических условиях методом постоянного объема раствора по 100 см<sup>3</sup> и переменных навесок 0,1÷2 г, описываются изотермами, изображенными на рис.1.



Рис.1. Изотермы сорбции ионов аммония и металлов  
1. - Cu; 2. - Zn; 3.- Ni; 4.- NH<sub>4</sub>  
Fig. 1. Sorption isotherms of ammonium and metals ions

Как видно из рисунка 1, степень извлечения катионов аммония превышает сорбцию металлов. Это происходит из-за структурных особенностей иона аммония и наибольшего сродства цеолита к данному иону. Ионы же металлов обладают меньшими размерами, но более гидратированы, поэтому по селективности они уступают ионам аммония. Тем не менее, их степень извлечения из растворов составила от 17 до 92%. Полученные результаты являются более чем удовлетворительными для доочистки гальванических стоков такой концентрации. Селективность цеолитов к сорбируемому иону выстраивается в следующем ряду:  $\text{NH}_4^+ > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Ni}$ .

В динамических условиях эксперимента, приближенного к реальным условиям, проведены фильтрование и сорбция на цеолитовой колонке массой 5 г и высотой 4.6 см с линейной скоростью 0,058 см/с. Сорбция катионов проводилась до полного насыщения слоя сорбента по всем исследуемым ионам. По полученным данным построены экспериментальные выходные кривые (рис. 2). На диаграмме 1, рис. 2 видно, что продолжительность сорбции у никеля самая короткая. По нашим результатам работа катионообменной колонны в реальных условиях будет лимитироваться появлением наименее сорбируемого иона никеля первым за слоем сорбента.

Расчет равновесных и кинетических параметров сорбции вели по данным статического и динамического опытов. Из изотермы 3 (рис.1) рассчитан коэффициент распределения, равный тангенсу угла наклона линейной изотермы наименее сорбируемого иона никеля, и он не зависит от концентрации:

$$\Gamma = a_{\infty} / c_p,$$

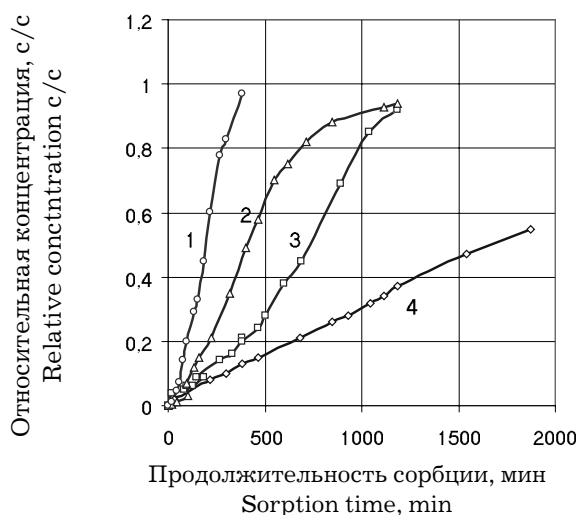


Рис.2. Экспериментальные выходные кривые сорбции аммония и металлов  
1. -Ni; 2. - Cu; 3. - Zn; 4. -  $\text{NH}_4^+$ .

Fig. 2. Experimental outgoing curves of ammonium and metals sorption

где  $\Gamma$  - коэффициент распределения катиона никеля между раствором и сорбентом;  $a_{\infty}$  - предельная емкость сорбента по иону никеля в статическом опыте, ммоль/г;  $c_p$  - равновесная концентрация никеля в растворе, ммоль/см<sup>3</sup>·10<sup>-3</sup>.

Из динамического опыта по выходным кривым (рис.3) рассчитаны коэффициент массопередачи  $\beta$ . В работе [6] обоснован метод определения  $\beta$  по экспериментальным выходным кривым. По заключению автора величину  $\beta$ , определенную в одной точке, нельзя считать устойчивой корректной характеристикой. Поэтому был проведен расчет, используя все экспериментальные точки.

В таблице 1 приведены данные расчета по полученным результатам.

Таблица 1. Результаты расчета работы сорбционного фильтра по экспериментальным данным.  
Table 1. Calculations for the operation of sorption filter based on the results of experiments

Средняя скорость подачи воды на фильтр $v$ , м/ч; Average flow rate to the sorption filter, $v$ , m/hr	Коэффициент распределения катиона Ni, $\Gamma$ , см <sup>3</sup> /г; Distribution coefficient for Ni cation, $\Gamma$ , cm <sup>3</sup> /g	Коэффициент массопередачи, $\beta$ , с <sup>-1</sup> ; Mass transport coefficient, $\beta$ , s <sup>-1</sup>	Удельный расход сорбента на объем очищенной воды, $G$ , кг/дм <sup>3</sup> ; Specific consumption of the sorbent per unit volume of purified water, $G$ , kg/dm <sup>3</sup>	Объем сорбента, $V$ , дм <sup>3</sup> ; Sorbent volume, $V$ , dm <sup>3</sup>	Продолжительность работы сорбционного фильтра, $t_{np}$ , ч; Life time of the sorption filter, $t_{np}$ , hr	Диаметр сорбционного фильтра, $D$ , м; Sorption filter diameter, $D$ , m
2,1	387	0,10	6,5	3025	321	1,4

**Таблица 2.** Характеристика промывных и сточных вод, прошедших сорбционную доочистку.  
**Table 2.** Characteristics of rinse waters and sewage after passing sorption post treatment

№ п/п	Показатели воды Water indicators	Концентрации веществ в воде, мг/дм <sup>3</sup> Substances concentration in water, mg/dm <sup>3</sup>		Условия сброса сточных вод в городской коллектор [8] сброса Conditions of disposal of sewage to the town sewer [8]
		После реагентной очистки After reagent treatment	После сорбционной доочистки After sorption posttreatment	
1	рН	8,2 - 8,4	7,5 - 8,1	6,0 - 9,0
2	Аммоний солевой Salt ammonium	5,3 - 6,20	0,03 - 0,50	5,0
3	Медь; Copper	1,84 - 4,10	0,003 - 0,1	0,3
4	Никель; Nickel	0,09 - 3,25	0,005 - 0,05	0,5
5	Цинк; Zinc	1,2 - 2,23	0,001 - 0,2	0,25
6	Нефтепродукты Petroleum products	0,4 - 1,37	0,05 - 0,25	0,3
7	БПК ОСО (organical consumption of oxygen)	32	3,7	100
8	Взвешенные вещества Suspended substances	30	3,0	150

В таблице 2 приведены результаты качества очистки сточных вод производственных гальванических цехов. Две трети объема очищенной воды возвращается в цех на повторное использование, а оставшая часть сбрасывается в городской коллектор канализации. Как видно из таблицы 2, эффективность сорбционной доочистки достаточно высокая и удовлетворяет требованиям сброса [8]. Продолжительность работы колонны до концентраций, не превышающих ПДК, составляет более 40 суток. Отклонение расчетного времени от реального составило не более 10 %. Регенерация фильтров осуществляется последовательно: водо-воздушной промывкой, 5% раствором хлористого натрия и промывкой доочищенной водой.

#### **Выводы**

1. Рассчитаны равновесные и кинетические параметры ионного обмена аммония и тяжелых металлов из сточных вод гальванических производств природными цеолитами. Установлен ряд селективности цеолитов к данным катионам  $NH_4 > Cu > Zn > Ni$ .

2. Проведены расчеты защитного времени действия и размера сорбционного фильтра по наименее сорбируемому иону для реальных условий.

3. Полученные данные показывают правильность выбранной постановки задачи. Откло-

нение расчетного времени работы сорбционной колонны от реального не превышает 10%.

#### **Список литературы**

1. Гребенюк В.Д., Соболевская Т.Т., Махно А.Г. // Химия и технология воды.- 1989.-Т. 11.- №5.- С. 407- 411.
2. Запольский А.К., Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. Киев: Тэхника.- 1989.-199с.
3. Дашибалова Л.Т. Интенсификация биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод сорбционным фильтрованием на природных цеолитах. Автореф. дис. канд. техн. наук.- Иркутск: 2000.-25с.
4. Рязанцев А.А., Дашибалова Л.Т. // Журнал прикладной химии.- 1998. -Вып.7.- С. 1098-1112.
5. Сенявин М.М., Рубинштейн Р.Н., Венцианов Е.В. Основы расчета и оптимизации ионообменных процессов. М.: Наука.-1972. - 242с.
6. Условия сброса загрязнителей сточных вод в городской коллектор канализации. ГОСТ 9.314-90.

*Байкальский институт природопользования СО РАН, (БИП СО РАН), г. Улан-Удэ, Россия  
Baikal Institute of Nature Resources Utilization,  
Siberian Division, Russian Academy of Science*

## Дискуссия

### Об электрокоагуляционном методе очистки сточных вод

#### Продолжение дискуссии

Уважаемый Владимир Николаевич!

Позвольте Вас поблагодарить за продолжение дискуссии по одной из важных проблем экологии гальванических производств, а именно по проблеме гальванокоагуляции и электрокоагуляции. Очень важно, чтобы пользователи сайта получили объективную информацию по этой теме. Поэтому я позволил себе еще раз вступить в полемику с уважаемыми оппонентами. Буду Вам признателен, если Вы разместите мои суждения в соответствующих рубриках.

С уважением В.Н. Анопольский

#### Анопольский В.Н. уважаемым участникам дискуссии

Проф. Кудрявцев В.Н. в своем комментарии совершенно прав. Действительно, существует несколько альтернативных точек зрения на проблему очистки жидких отходов гальванических производств. Подавляющее большинство предложений, безусловно, представляют как научный, так и практический интерес. В развернувшейся дискуссии рассматривается конкретный вопрос, касающийся особенностей двух получающих в последнее время широкое практическое применение процессов: гальванокоагуляции и электрокоагуляции. Поэтому важно не уходить от темы дискуссии, а приводить объективные, подтвержденные практикой, аргументы, обосновывающие положительные или негативные стороны рассматриваемых процессов. С этой точки зрения, образцовыми являются приведенный выше ответ проф. Виноградова С.С. на заданный вопрос и комментарий проф. Кудрявцева В.Н.

К сожалению, другие участники дискуссии наряду с вполне резонными замечаниями по теме непроизвольно переходят к проблемам, не относящимся непосредственно к гальванокоагуляции и электрокоагуляции. Уважая точку зрения оппонентов, тем не менее считаю необходимым обратить внимание на следующее.

1. Ранее уже отмечалось, что электрокоагуляция имеет свою оптимальную область применения (т.ХVI №2, 2008 г., с. 43). Видимо, уважаемый проф. Кругликов С.С. не обратил на это внимание, так как далее исходит из того, что концентрация

$Cr^{6+}$  в сточных водах может превышать 20 мг/л и необходимо подкисление стоков. Но такая концентрация, как уже аргументировалось, является предельной для процесса электрокоагуляции. По этой причине нет предмета для дальнейшей дискуссии о необходимости подкисления промывных вод гальванических производств перед обработкой в электрокоагуляторе. Подтверждением этому является практическое внедрение электрокоагуляционной очистки более чем на 100 предприятиях. Восстановление  $Cr^{6+}$  во всех случаях происходило эффективно, независимо от рН сточных вод. При этом первые установки работают непрерывно уже более 30 лет. Естественно, известны случаи применения электрокоагуляции при высоких концентрациях  $Cr^{6+}$  с предварительным подкислением сточных вод, что нивелирует преимущества электрокоагуляции перед другими технологиями восстановления хрома. Но это происходит от того, что до последнего времени не были определены оптимальные условия применимости рассматриваемой технологии. Поэтому в каждом конкретном случае на основании исходных данных выбирается наиболее эффективная технология очистки и это не обязательно должна быть электрокоагуляция.

2. Отрицательное отношение ув. оппонента к необходимости избытка железа при низких концентрациях  $Cr^{6+}$  вполне понятно, но это же относится и к другим технологиям восстановления хрома. Специалистам в области очистки природных и сточных вод хорошо известно, что при низких концентрациях загрязняющих веществ эффективность их извлечения резко снижается. Поэтому затраты на глубокую доочистку стоков могут составлять 30-50% от всех расходов. К сожалению, до настоящего времени не разработаны экономичные процессы интенсификации восстановления низких концентраций  $Cr^{6+}$ . Следовательно, необходимость избытка железа это не особенность электрокоагуляции, а присущий также всем альтернативным (гальванокоагуляция, химическое восстановление) технологиям недостаток.

3. Для стабильного функционирования станций нейтрализации, применяющих электрокоагуляционную технологию, достаточно иметь усреднитель-накопитель на 4-6 часов накопления. Это подтверждается практическими результатами. Автоматизация процесса отработана и не пред-

ставляет особых сложностей, а эксплуатация значительно проще, чем реагентных схем очистки.

4. Видимо Сергей Сергеевич не обратил должного внимания на современные зарубежные технологии очистки промывных вод гальванических производств, которые обеспечивают более высокий эффект очистки по сравнению с традиционными технологиями. Суть этих технологий состоит в том, что сточные воды дополнительно обрабатываются коагулянтom - хлорным железом. Ранее отмечалось, что сточные воды гальваники являются многокомпонентными и для их полной очистки до требуемых показателей по всем компонентам необходимо иметь избыток железа. Это легко достигается при реализации электрокоагуляционной технологии очистки без вторичного загрязнения очищаемой воды хлоридами, как это происходит в случае применения хлорного железа. Поэтому то, что ув. оппонент считает отрицательной особенностью электрокоагуляции, на самом деле является ее весомым преимуществом. В тех редких случаях, когда железа от травильных операций в стоках достаточно, электрокоагуляцию можно и не применять.

5. Вывод о проблематичности создания водооборотных систем гальванических производств в случае применения электрокоагуляции совершенно не правомочен, так как полностью опровергается практическими результатами. Во-первых, как уже отмечалось, электрокоагуляцию не рекомендуется использовать при очистке сточных вод, содержащих высокие концентрации  $Cr^{6+}$  и других тяжелых металлов. Во-вторых, в процессе электрокоагуляционной очистки содержание очищенных вод не только не повышается, но снижается на 15-20% за счет образования сложных комплексных малорастворимых гидроксидных соединений железа с хлоридами, сульфатами, фосфатами, карбонатами и другими анионами (к слову, эти закономерности еще до конца не исследованы). Поэтому солесодержание очищенных вод, позволяет возвращать 50-90% их в гальваническое производство без дополнительного обессоливания. В третьих, уже десятилетия работают водооборотные системы гальванических производств с электрокоагуляционной технологией очистки стоков. Теоретическое обоснование таких систем изложено в работах проф. Рогова В.М. и его учеников.

6. Можно согласиться с мнением ув. оппонента, что в результате применения электрокоагуляции образуются твердые отходы и их количество больше за счет растворения стальных электродов. Но этот недостаток не умаляет других существенных преимуществ рассматриваемого процесса. Поэтому электрокоагуляция, как процесс очистки

сточных вод гальванических производств, завоевывает все больше почитателей среди практиков-технологов очистных сооружений, особенно тех, кто повседневно сталкивается со сложностями при эксплуатации реагентных очистных сооружений. Необходимость периодической замены растворившихся электродов в электрокоагуляторе не идет ни в какое сравнение с потребностью постоянного приготовления вредных для здоровья растворов реагентов, их хранения и дозирования.

7. Аргументы проф. Кругликова С.С. по поводу преимуществ создания замкнутых водооборотных циклов в гальванических производствах не вызывают никаких возражений, наоборот - это несомненно является весьма прогрессивным и многообещающим направлением развития малоотходных технологий. Но сегодня нужно все же исходить из возможностей действующих предприятий, для которых в настоящее время стоит проблема реконструкции станций нейтрализации. Из опыта известно, что руководство предприятий выбирает, как правило, одну из трех технологий: реагентную, гальванокоагуляционную или электрокоагуляционную. В связи с этим и возникла потребность подробно изложить аргументы в пользу одной из этих технологий, что ни в коей мере не запрещает отдать предпочтение альтернативному решению. Главное, чтобы при обсуждении темы практики не вводились в заблуждение не существующими проблемами.

8. Весьма эмоциональны в своих суждениях два молодых оппонента. Они считают, что мной была проигнорирована экологическая сторона вопроса, связанная с проблемой образующихся твердых отходов. Но в теоретическом и практическом плане эта проблема решена еще в 70-е годы прошлого столетия. Желательно молодым людям более тщательно познакомиться с работами прибалтийских и российских специалистов, разработавших эффективные технологии утилизации образующихся при электрокоагуляции шламов. Беда состоит совсем в ином: в нежелании работников очистных сооружений заниматься проблемой утилизации шламов, образующихся при очистке стоков. Поэтому, кроме обезвоживания, другие технологии обработки твердых отходов не получили должного практического распространения. Вопрос будет решен только тогда, когда появится возможность создать региональные центры по переработке твердых отходов гальванических производств. В противном случае эта проблема становится экономически убыточной. Что касается мнения «рабочих и инженеров» по поводу электрокоагуляции, то можно отметить следующее. Электрокоагуляция эффективно работает, если профессионально выполнено конструктивное оформление процесса.

К большому сожалению, даже специалисты часто допускают значительные ошибки при разработке конструкций электрокоагуляторов, в результате чего дискредитируется эта очень эффективная технология. Кроме того, электрокоагуляцию во многих случаях пытаются применить при высоких концентрациях хрома и других тяжелых металлов, что оборачивается негативными результатами. В заключение хотелось бы пожелать молодым оппонентам успехов в их творчестве, а также научиться не спешить с экспертными оценками по тем проблемам, по которым они не сталкивались в практической деятельности и не имеют необходимого опыта.

**С уважением ко всем участникам  
дискуссии В.Н. Анопольский**

Здравствуйтесь, уважаемая редакция журнала Гальванотехника. Мы бы хотели продолжить участие в дискуссии по методу электро- и гальванокоагуляции, и направить на Ваше рассмотрение наш ответ уважаемому профессору Анопольскому В.Н.:

Уважаемый Владимир Николаевич!

Направляем на Ваше усмотрение наш ответ проф. Анопольскому В. Н. в плане продолжения дискуссии по проблеме электрокоагуляции и гальванокоагуляции.

Мы благодарим ув. профессора Анопольского В. Н. за комментарии и пожелания в наш адрес.

Тем не менее, экологическая сторона вопроса, как нам кажется, так и осталась без ответа.

Попытаемся более детально объяснить свою позицию. Мы считаем, что любая технология обезвреживания гальваносточков в конечном итоге должна приводить к полному устранению экологической опасности от данного вида загрязнения, а в "идеале" и к возврату ценных компонентов в производство. Из ответа уважаемого оппонента следует, что вопрос утилизации гальваношламов будет решен только тогда, когда появится возможность создания региональных центров по переработке твёрдых отходов гальванических производств. Значит, "успешное" применение электрокоагуляционного и гальванокоагуляционного и т. п. методов обезвреживания сточных вод в течение 30 лет на деле означает "успешное" захоронение гальваношламов в лучшем случае на спец. полигонах, превращая со временем нашу Землю в единый спец. полигон и оставляя, видимо, решение этой проблемы нашему поколению, в худшем - на близлежащие свалки и водные объекты.

На территории одного из предприятий нашего города была пробурена артезианская скважина. Анализ воды из скважины показал

содержание  $\text{Cr}^{+6}$  в количестве 0,3 мг/л! Как выяснилось впоследствии недалеко от места бурения в 60-е годы прошлого столетия располагался полигон для захоронения твёрдых отходов и гальваношламов (реагентный метод очистки!) оборонного предприятия. Вот такие "гидрооксиды"....! Когда я (Фазлутдинов Константин) был на международной промышленной выставке в ноябре 2008 года в Екатеринбурге, то мне довелось услышать доклад об обезвреживании хромосодержащих сточных вод "особым" методом. Я видел участника конференции (профессора), который сидел в зале и на протяжении всего доклада просто не находил себе места от услышанного и желая задать один единственный вопрос: - "Что вы делаете с полученными гидрооксидами?" - Лучшего ответа, чем "захоронить" до тех пор, пока не появится должная технология их переработки, не нашлось. Вы, уважаемый оппонент, говорите, что эта проблема была в теоретическом и практическом плане решена ещё в 70 - е годы прошлого столетия прибалтийскими и российскими специалистами?! Так почему же практически никто (как вы утверждаете) не работает по этим технологиям? Исходя из вышесказанного и Вашего ответа, уважаемый оппонент, мы только укрепились во мнении, что электрокоагуляционный и гальванокоагуляционный и т. п. методы обезвреживания гальваносточков, на наш взгляд, должны иметь право на существование, в лучшем случае, когда будут созданы (как вы сами отметили) региональные центры по переработке твёрдых отходов гальванических производств.

К слову, не все специалисты, как мы считаем, поддерживают Ваше мнение о создании таких центров. Многие ученые считают, что лучше "устранять" экологическую опасность гальваносточков непосредственно на рабочих участках гальванических цехов, применяя локальные системы очистки с регенерацией (утилизацией) ценных компонентов. Что касается нас, то нам кажется (возможно, в силу своей неопытности) странными технологии, предусматривающие общий сбор и обезвреживание гальваносточков с получением твёрдых гальваношламов, затем их транспортировка в центр по переработке твёрдых отходов гальванических производств (заведомо экологически опасное производство) и вторичное выделение ценных компонентов.

Экологическая лаборатория, на базе которой мы выполняем свои научно - исследовательские работы, уже долгое время сотрудничает со Златоустовским часовым заводом, имеющим устаревшее гальванохимическое производство, изношенное оборудование и минимум дополнительных рабочих площадей (как и на многих предприятиях в России). Желание руководства завода

и заинтересованность рабочего персонала позволили разработать и внедрить локальные системы очистки гальваностокосов практически на всех основных гальванических "цепочках" с возвратом и утилизацией ценных химических материалов и на 70% сократить нагрузку на общие очистные сооружения завода. Работы продолжаются, и мы принимаем в этом посильное участие.

Если же доброго желания нет, то, несмотря на экономическую выгоду, предприятия не заинтересованы во внедрении экологически безопасных технологий. Им, видимо, лучше заплатить "копейки" за сверхлимитные загрязнения, чем что - либо делать, помимо основной работы. Проверка же предприятий, сбрасывающих гальваностоки, например, в канализацию, производится службами водоканализационного хозяйства один раз в квартал. Основной закон об охране окружающей среды - так же как и Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" обязывает предприятия применять новейшие научно - технические достижения в целях реализации малоотходных и безотходных технологий.

А теперь основная причина и цель нашего ответа!

Не считаете ли Вы, наши старшие учителя, что эти статьи законов надо заставить работать, причём с экономической выгодой для предприятий?!

Что для этого надо? Дополнить законодательную базу, создать каталог "наилучших технологий" обезвреживания регенерации (утилизации) гальваностокосов с возвратом всех ценных компонентов в производство, как предлагают некоторые учёные, или что - то другое решать пока Вам!

**С наилучшими пожеланиями  
Костя Фазлутдинов (chimka.faz@mail.ru).**

Уважаемые коллеги!

Дискуссия о том, какой из методов «Электрокоагуляция» или «Гальванокоагуляция» целесообразнее применять для очистки сточных вод от хрома (6-валентного) и ионов тяжелых металлов идет с 70-х годов прошлого века. Время, к сожалению до сих пор не расставило все по местам, т.к. практика применения этих методов дает примерно один результат, на который ориентированы практики, работающие на производстве, а именно: глубокая очистка от хрома с использованием достаточно компактного и сравнительно недорогого устройства - будь то электрокоагулятор или гальванокоагулятор.

Меня, как одного из первых разработчиков метода электрокоагуляции применительно к очистке сточных вод от хрома (Г.А.Селицкий

«Применение метода электрокоагуляционно-го восстановления для обезвреживания хромосодержащих сточных вод» сборник «Очистка и повторное использование сточных вод на Урале». Средне-Уральское Книжное Издательство, Свердловск, 1968г) можно обвинить в необъективности, но это на совести оппонентов. Я полностью разделяю все высказывания, которые были сделаны В.Н. Анопольским (ООО «НИЦ «Потенциал»). От себя хочу добавить следующее:

1. Использование электрокоагуляции позволяет создавать компактные установки на базе флотатора, так как при электрокоагуляции образуются хлопья гидроксида насыщенные водородом, которые хорошо флоотируются;

2. В советские времена была сделана попытка продать гальванокоагулятор немецкой компании из ФРГ: они сказали - это кощунство так не рационально расходовать железо и кокс на очистку стоков. А вот электрокоагуляторы для очистки сточных вод выпускали целый ряд фирм в Канаде и Франции.

**С уважением Г.А.Селицкий - советник ген.  
директора по техническим вопросам.  
Группа компаний ЭКО-ПРОЕКТ**

**Уважаемые коллеги!**

Можно понять желание каждого участника дискуссии оставить последнее слово за собой, хотя, казалось бы, все имевшиеся аргументы уже были использованы и обсуждены участниками. Поэтому в моем заключительном обращении в журнал мне хотелось бы, не повторяя технико-экономические и экологические аргументы за и против гальвано- и электрокоагуляции, просто объяснить субъективные мотивы моего скептического отношения к этим методам. В течение последних 10-15 лет мне приходилось неоднократно выслушивать жалобы природоохранных служб промышленных предприятий, использующих эту технологию, по поводу неприятностей, с которыми они сталкивались (штрафы, угрозы закрытия гальванических цехов). Приведу один пример. Для обезвреживания сточных вод гальванического цеха ОАО «Московский завод электроизмерительных приборов» («МЗЭП») использовался гальванокоагулятор. Следует подчеркнуть, что на гальванокоагулятор поступали ионы шестивалентного хрома только из ванн проточной промывки после операций осветления и пассивации меди и ее сплавов. Отработанные технологические растворы на гальванокоагулятор не поступали, а вывозились в «Промотходы». Тем не менее, гальванокоагулятор не обеспечивал выполнение требований по ПДК. В итоге - штрафы за сброс стоков с превышением

ПДК плюс платежи «Промотходам» за отработанные растворы и гальваношламы, а также расходы на закупку химикатов для приготовления новых технологических растворов.

Перечисленные проблемы были успешно решены лишь после установки в рабочую ванну нескольких погружных электрохимических модулей (ПЭМ): (а) для непрерывной регенерации хроматных растворов непосредственно в рабочих ваннах и (б) для извлечения ионов хромата из ванн улавливания и возвращения их из камер ПЭМ обратно в рабочие ванны. Итог внедрения ПЭМ: покончено с практикой периодической (1 раз в 7-14 дней) замены рабочих растворов и вывозом отработанных растворов. Прекратилась уплата штрафов за превышение ПДК по шестивалентному хромату. Приведенный пример не противоречит высказыванию нашего оппонента об эффектив-

ности коагуляционных методов доочистки хромсодержащих стоков, в которых концентрация хромата за счет использования каких-либо иных технических решений уже была снижена до уровня менее 20 мг/л. Естественно, что в случае удаления свыше 90% ионов хромата другими методами, например, с помощью ПЭМ, и расход железа на коагуляцию, и количество образующегося гальваношлама уже не будут неприемлемо большими. Пока водопроводная вода была практически бесплатной, требуемое коагуляционными методами предельное содержание хромата ниже 20 мг/л легко достигалось путем многократного разбавления стоков чистой водой. Теперь при нынешних ценах такой путь будет разорительным для владельцев предприятий.

*Кругликов С.С. 15.02.2009 г.*



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 гальваноохонингования 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



## К 70-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ В.М.РУДОГО



Исполнилось 70 лет доктору химических наук, профессору кафедры «Технология электрохимических производств» ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет - УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Почетному работнику высшего профессионального образования РФ Рудому Валентину Михайловичу.

В.М.Рудой окончил в 1962 году химико-технологический факультет Уральского политехнического института по специальности «Технология электрохимических производств». После окончания аспирантуры и успешной защиты кандидатской диссертации в 1967 году он начал преподавательскую и научную деятельность в стенах родной кафедры, которую продолжает и в настоящее время. В период с 1987 по 1997 год Валентин Михайлович заведовал кафедрой технологии электрохимических производств.

Профессора Рудого В.М. отличает высокое мастерство лектора, умение в доступной и наглядной форме донести до слушателей существо изучаемого явления. Прекрасное владение ма-

тематическим аппаратом при ясном понимании физики явлений позволяет Валентину Михайловичу излагать студенческой аудитории сложные проблемы современной электрохимии, демонстрируя пути и способы их решения. Валентин Михайлович постоянно занимается совершенствованием учебного процесса путем разработки и модернизации учебных планов, создания новых дисциплин и учебно-методического обеспечения для них. Помимо «Теоретической электрохимии», содержание которой им непрерывно совершенствуется, он является инициатором разработки и автором лекционных курсов большинства специальных дисциплин кафедры. Одним из первых на факультете он начал использовать математические методы обработки данных и моделирования химико-технологических процессов с применением компьютеров, а также создал уникальный курс лекций по дисциплине «Применение ЭВМ в электрохимической технологии». Валентин Михайлович активно участвует в подготовке специалистов для электрохимической защиты подземных трубопроводов, осуществляемой на кафедре в последнее время. Созданное им методическое руководство «Проектирование катодной защиты подземных трубопроводов» пользуется высоким спросом не только у студентов, но и у специалистов в области электрохимической защиты трубопроводов. Валентина Михайловича отличает неизменная доброжелательность и высокая культура общения как с сотрудниками кафедры, так и со студентами и аспирантами, у которых он пользуется глубоким уважением.

Успешное преподавание различных электрохимических дисциплин основывается на большой научно-исследовательской работе, непрерывно выполняемой В.М.Рудым. В 1985 году Валентин Михайлович защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора химических наук. Тематика научных направлений, в которых работает Валентин Михайлович, отличается широтой и многообразием. Им опубликовано около 300 работ и 12 авторских свидетельств по результатам исследований в различных областях теоретической и прикладной электрохимии, таких как кинетика электрохимических реакций, теория электрокристаллизации металлов, теория неэквивалентных электродов, коррозия металлов

в стационарном режиме и при наложении переменного тока, электрохимия металллаполненных композиций, теория и практика сплавообразования, технология электрорафинирования меди, исследование электрохимических процессов с учетом их фрактальной природы. Под его руководством успешно защищено 16 кандидатских и две докторских диссертации. Рудой В.М. является членом 2 специализированных Ученых Советов по защите кандидатских и докторских диссертаций.

Валентина Михайловича отличает высокая работоспособность, требовательность к себе, целеустремленность и преданность науке.

По инициативе Валентина Михайловича в 80-е годы стало активно развиваться сотрудничество между кафедрой технологии электрохимических производств и Институтом Высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН. Был создан филиал кафедры, в котором студенты занимаются научно-исследовательской работой.

В.М.Рудой активно участвует в общественной жизни университета. Много лет он был членом методического совета университета, председателем инспекционной комиссии химико-технологического факультета.

За успехи в работе в 1977 году Рудой В.М. награжден нагрудным знаком «Победитель социалистического соревнования», имеет медаль «За освоение целинных земель», медаль «Ветеран труда», в 2003 году ему присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования».

Коллектив кафедры технологии электрохимических производств поздравляет профессора В.М.Рудого с юбилеем, и желает здоровья и успехов.

*Зав. кафедрой ТЭХП, профессор,  
д.х.н. Зайков Ю.П.*

## **70th Anniversary of Professor Valentin M.Rudoy**

Valentin M.Rudoy, professor at the Dept. of Electrochemical Engineering Ural Technical University, Ekaterinburg, graduated from this University in 1962 and after post-graduate study has been working at the Dept.of Electrochemical Engineering.

Prof. V.M.Rudoy got Dr.Sci degree in 1965 and from 1987 to 1997 was a head of the department. Apart from teaching he has been active in research work in various areas, such as electrochemical kinetics, electrocrystallization, theory of non-equipotential electrodes, corrosion, electrorifining, etc., has published over 300 papers and is the author of 12 patents. He initiated the use of computers and modeling in electrochemical research, personally guides the training of specialists for the electrochemical protection of underground pipelines.

His colleagues wish him good health and further success.

*Head of Electrochemical Engineering  
Department,  
Prof. Zaikov Yu.P.*

# Объявление

## Словарь

### НЕМЕЦКО-РУССКИЙ; РУССКО-НЕМЕЦКИЙ

По обработке поверхности:  
гальванотехника, печатные платы, охрана окружающей среды

Издан в Германии. Издательство EUGEN G. LEUZE VERLAG, 2006 г., 604 стр.  
ISBN 3-87480-221-3 Автор д-р А. Meyeronich  
Цена 49 евро, включая налог 7%.

Заявки на приобретение словаря принимаются:  
E-mail: [brigitte.brotzer@leuze-verlag.de](mailto:brigitte.brotzer@leuze-verlag.de)  
[www.leuze-verlag.de](http://www.leuze-verlag.de)

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

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

**Гальванические линии:**

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

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

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

Установки для очистки стоков гальванических производств:

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

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

ASMEGA S.p.A  
Падова - Италия  
<http://www.asmega@asmega.com>

Официальный Представитель Asmega в РФ  
КОВИНТРЕЙД МОСКВА  
тел.(495)363-43-80, факс (495)363-43-81  
e-mail: [info@kovintrade.ru](mailto:info@kovintrade.ru) <http://www.kovintrade.ru>

**asmega**  
PLATING

**KOVINTRADE D.D.**

# 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)**



**18–20 марта 2009 года в  
СК «Олимпийский» в Москве в  
шестой раз прошла  
Международная выставка EXPOCOATING –  
«ПОКРЫТИЯ И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ»**

**ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА**

- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
- Комитет Совета Федерации по промышленной политике ФС РФ
- Российский Союз Химиков
- Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева

Участники выставки 2009 года представили свои новейшие разработки, химикаты и материалы, оборудование и комплектующие для покрытий и обработки поверхности, контрольно-измерительную аппаратуру, полимеры, аноды для гальванических производств и многое другое.

**РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ**

**Процессы и покрытия:**

- Шлифование, полирование, процессы пескоструйной и дробеструйной обработки
  - Химическая и электрохимическая подготовка поверхности
  - Временная защита и консервация
  - Снятие покрытий
  - Конверсионные покрытия
  - Электролитические покрытия
  - Химические (автокаталитические) металлические покрытия
  - Механические и термодиффузионные покрытия
  - Металлизация физическими методами
  - Покрытия из расплавов
  - Лакокрасочные, полимерные, порошковые и другие органические покрытия
  - Анодирование
  - Оксидирование
  - Гальванопластика
  - Экология при обработке поверхности и нанесении покрытий
  - Термическая и термохимическая обработка
  - Электрохимические методы обработки поверхности
- (в т.ч. ЭХО, ЭХРО)

**Химикаты и материалы для:**

- Очистки, предварительной, промежуточной и окончательной обработки
- Нанесения покрытий
- Решения экологических проблем

**Оборудование для:**

- Подготовки поверхности
  - Нанесения покрытий
  - Регенерации растворов и электролитов, очистки сточных вод
  - Обработки и утилизации твердых отходов
- Вспомогательное оборудование и комплектующие:
- Источники тока, насосы, фильтры, ТЭНы, пресс-фильтры и т.д.
  - Средства защиты и одежда

**Контрольно-измерительная аппаратура:**

- Толщиномеры, приборы для контроля качества и свойств покрытий, для анализа электролитов, добавок и сточных вод и т.п.

**Полимеры**

- Клеи
- Герметики
- Компаунды
- Каучуки
- Эластомеры
- Полиэфирные смолы

**Аноды для гальванических производств**

**Общая площадь экспозиции – 1700 м<sup>2</sup>**

В выставке EXPOCOATING приняли участие **74** компании из России, Украины, Франции, Швеции, Германии, Чехии, Китая, Италии и США.

За три дня выставку посетили более **4500** специалистов.





## Церемония официального открытия

На церемонии открытия присутствовали: **Колесников Владимир Александрович**, ректор Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева

**Кудрявцев Владимир Николаевич**, заведующий кафедрой технологии электрохимических производств РХТУ им. Д.И. Менделеева

**Любина Ирина Анатольевна**, заместитель генерального директора ООО «Примэкспо» Научно-практическая конференция «Покрyтия и обработка поверхности. Последние достижения в технологиях и оборудовании»

В рамках деловой программы выставки EXPOCOATING традиционная состоялась научно-практическая конференция «Покрyтия и обработка поверхности. Последние достижения в технологиях и оборудовании». Несмотря на сложную экономическую ситуацию, конференция вызвала большой интерес – мероприятие посетили 92 делегата из России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Германии и Чехии. Всего в работе конференции приняли участие представители 84 организаций из 36 городов России: Москва, Саранск, Челябинск, Уфа, Екатеринбург, Санкт-Петербург, Н. Новгород, Новосибирск, Комсомольск-на-Амуре, оронез, Ульяновск, Саратов, Владимир, Пермь, Калуга, Самара, Калининград, Смоленск, Брест, Казань, Ижевск и др.

В ходе конференции было заслушано 24 доклада, большинство из которых было посвящено следующим трём направлениям: технологии нанесения покрытий металлами и сплавами; проектирование, реконструкция и оборудование гальванических цехов; решение экологических проблем гальванических производств.

Кудрявцев В.Н. рассказал о состоянии и перспективах гальванотехники в России и за рубежом на современном этапе. Повышенное внимание слушателей вызвали доклады представителей немецких компаний

«Атотех» (Рябухин Д.В.), «Энтон» (Плетт А.), «Макс-Шлёттер» (Мулин Р.) и «Гальванит», Россия (Зарекин Д.), посвященные совершенствованию технологий осаждения как коррозионностойких, так и защитно-декоративных покрытий металлами и сплавами и замены «шестивалентного» хроматирования на «трёхвалентное» в европейской автомобильной промышленности.

Другим типам покрытий (в том числе в электронике) были посвящены доклады представителей РХТУ им. Менделеева (Крамков И.С.), компаний «Элма», Санкт-Петербург (Терешкин В.А.), ООО «Сонис», Москва (Байзульдин Б.М.), ДАУ Корнинг, Германия (Ошкин И.В.), ОАО «ЦСТС» Санкт-Петербург (Голланд В.А.), ОАО «Национальный институт авиационных технологий», Москва (Петров Л.М.), ИФХ и Э РАН, Москва (Солодкова Л.Н.).

Вопросам организации гальванического производства, оборудованию и приборам были посвящены доклады Мазур В.А. («Радан», С.-Петербург), Голубек Вит («Аквакомп Хард», Чехия), Крылов Е.А. («ООО «РТС Инжиниринг», Москва), Харламов В.И. («Гальваногрупп», Москва), Венцель А. («Симона», Германия).

О путях решения экологических проблем гальванических производств и производств печатных плат рассказали Колесников В.А. и Кругликов С.С. (РХТУ им. Менделеева, Москва), Павлова В.Ф. (ЗАО «БМТ», Владимир), Попов А.Н. («Серфилко», Россия-США).

По мнению многих участников, прошедшая конференция была одной из наиболее интересных и полезных за последние годы.

## Официальные мероприятия и деловая программа

Торжественный вечерний прием по случаю открытия выставки и конференции В первый день работы выставки в ресторане «Кино» состоялся официальный вечерний прием, посвященный

открытию выставки и конференции, на котором присутствовали участники выставки, партнеры ООО «Примэкспо» и представители СМИ. Во время приема прошла церемония награждения участников выставки в номинациях, выдвинутых организаторами. Также в рамках вечера состоялся розыгрыш приза от партнера организаторов выставки - туристической компании «Кругозор Экспо Трэвл» – «Выходные в Северной столице» (отдых в пятизвездочном SPA-отеле в Санкт-Петербурге).



### Отзывы участников

«От всей души благодарим за организацию выставки EXPOCOATING 2009. В непростой экономической обстановке вам удалось привлечь на выставку количество посетителей, превышающее предыдущие годы. Это дает надежду на эффективность участия в данной выставке и в дальнейшем. Целевая аудитория посетителей подобрана абсолютно правильно.

Выставка организована на высоком качественном уровне. Как всегда превосходно проведена конференция в рамках деловой программы, которая привлекла на выставку дополнительную аудиторию за счет научно-технической направленности докладов.

В целом впечатления от участия в мероприятии самые положительные, так как достигнуты основные цели: проведение переговоров с потенциальными потребителями, обмен информацией с партнерами и конкурентами.

Все это на фоне доброжелательного и отзывчивого отношения организаторов выставки, за что им еще раз огромное спасибо».

*Технический директор  
ООО «Промкомплект»,  
Шляпинтох Ю.Л.*

«Результаты, которые мы получили в первый же день работы выставки, показывают, что наша компания может вполне успешно работать на российском рынке. Те посетители, которые пришли к нам, фактически превзошли наши ожидания. Были проведены очень интересные продуктивные переговоры с потенциальными заказчиками со всей России: Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Челябинск и многие другие города, а также Республики Белоруссия.

Что касается следующего года - вопрос участия в выставке EXPOCOATING в 2010 году для нас уже решен. Кроме того, мы обязательно будем активно участвовать в деловой программе.

Планируем выступить с докладом в рамках ежегодной научной конференции».

*Руководитель фирмы МАНЦ  
Гальванотехник ГмбХ,  
Роланд М. Мюллер*

«Наша компания ежегодно принимает участие в выставке «ПОКРЫТИЯ И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ». Данное мероприятие является своего рода центральным и наиболее значимым событием в мировой гальванотехнике.

В этом году на нашем стенде, были представлены два европейских концерна: Enthone GmbH и SIEBEC S.A. На территории России ООО «ТД «Гальванит» является официальным дистрибьютором данных концернов, осуществляя комплексную поставку производимой продукции и представляя полную техническую и консультативную поддержку. Благодаря участию в выставке, мы провели презентацию и познакомили целевую аудиторию с рядом новых продуктов и линейкой оборудования, что было бы невозможно без слаженной работы и профессионального подхода коллектива ООО «Примэкспо».

*Менеджер отдела продаж  
ООО «ТД «Гальванит»,  
Муфтахов Р.Т.*

**54,2% посетителей наделены полномочиями на закупку продукции или услуг и влияют на принятие решений**

**98,2% участников планируют зарезервировать стенд на выставке 2010 года**





## СТАТИСТИКА: Участники

### Цели участия в выставке, %:

- 95,1 – Установить новые деловые контакты
- 85,2 – Представить новую продукцию и / или услуги
- 68,9 – Поддержать имидж компании
- 62,3 – Получить информацию о рынке
- 62,3 – Продать продукцию и / или услуги
- 62,3 – Заявить о себе
- 50,8 – Изучить деловую активность конкурентов
- 6,6 – Другое

### Количество потенциальных клиентов, посетивших стенд, %:

- 11,2 – более 300
- 44,1 – 100 – 300
- 44,7 – менее 100

### Оценка участниками количества посетителей, %:

- 10,9 – Отлично
- 61,7 – Хорошо
- 26,2 – Удовлетворительно
- 1,2 – Неудовлетворительно

### Оценка участниками компетентности посетителей, %:

- 29,5 – Отлично
- 58,0 – Хорошо
- 12,5 – Удовлетворительно

### Оценка участниками организации выставки в целом, %:

- 25,0 – Отлично
- 63,8 – Хорошо
- 11,2 – Удовлетворительно

## СТАТИСТИКА: Посетители

### Основные виды деятельности компании-посетителей, %:

- 67,6 – Производство
- 31,7 – Ремонтно-эксплуатационные услуги
- 9,7 – Торговля
- 9,4 – Научно-исследовательская деятельность
- 6,0 – Информационные / Консультационные услуги
- 5,9 – Другое

### Отраслевая принадлежность компаний-посетителей, %:

- 27,7 – Приборостроение
- 23,8 – Авиастроение / Космическое авиастроение
- 11,7 – Станкостроение и машиностроение
- 11,3 – Metallургическая и металлообрабатывающая промышленность
- 10,9 – Нефтегазовая промышленность
- 10,3 – Электронная промышленность
- 9,2 – Химическая промышленность
- 7,6 – Строительство
- 6,7 – Электроэнергетика
- 6,1 – Автомобилестроение
- 5,0 – Железнодорожный транспорт
- 3,9 – Судостроение
- 3,3 – Коммунальное хозяйство
- 2,1 – Атомная промышленность
- 2,0 – Топливная промышленность
- 1,4 – Транспортные услуги
- 1,3 – Другое

### Интерес посетителей к разделам выставки, %:

- 60,2 – Процессы и покрытия
- 58,9 – Оборудование
- 53,7 – Контрольно-измерительная аппаратура
- 29,6 – Химикаты и материалы
- 26,0 – Вспомогательное оборудование и комплектующие
- 23,0 – Лакокрасочные материалы для защитных покрытий
- 14,8 – Полимеры
- 12,8 – Аноды для гальванических производств
- 2,5 – Другое

### Причины посещения выставки, %:

- 72,3 – Узнать о новых технологиях и продукции
- 43,0 – Установить новые деловые контакты
- 23,7 – Поддержать существующие деловые контакты
- 15,0 – Приобрести продукцию / услуги
- 12,0 – Посетить конференцию
- 6,9 – Посетить семинары участников
- 1,5 – Другое

### География посетителей, %:

- 47,2 – Москва
- 28,0 – Центральный округ
- 11,1 – Нижний Новгород и Поволжье
- 5,8 – Санкт-Петербург и Северо-Запад
- 2,5 – Екатеринбург и Урал
- 1,8 – СНГ и страны Балтии
- 1,4 – Ростов-на-Дону и Северный Кавказ
- 1,3 – Новосибирск и Сибирь
- 0,6 – Дальнее зарубежье
- 0,3 – Хабаровск и Дальний Восток



**ЖДЕМ ВАС НА ВЫСТАВКЕ!**

**Coating**  
INDUSTRIAL TECHNOLOGIES  
EXHIBITIONS

7-я Международная выставка и конференция  
**ПОКРЫТИЯ  
И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ**

**17-19 марта 2010**  
Москва, СК «Олимпийский»

Организаторы:

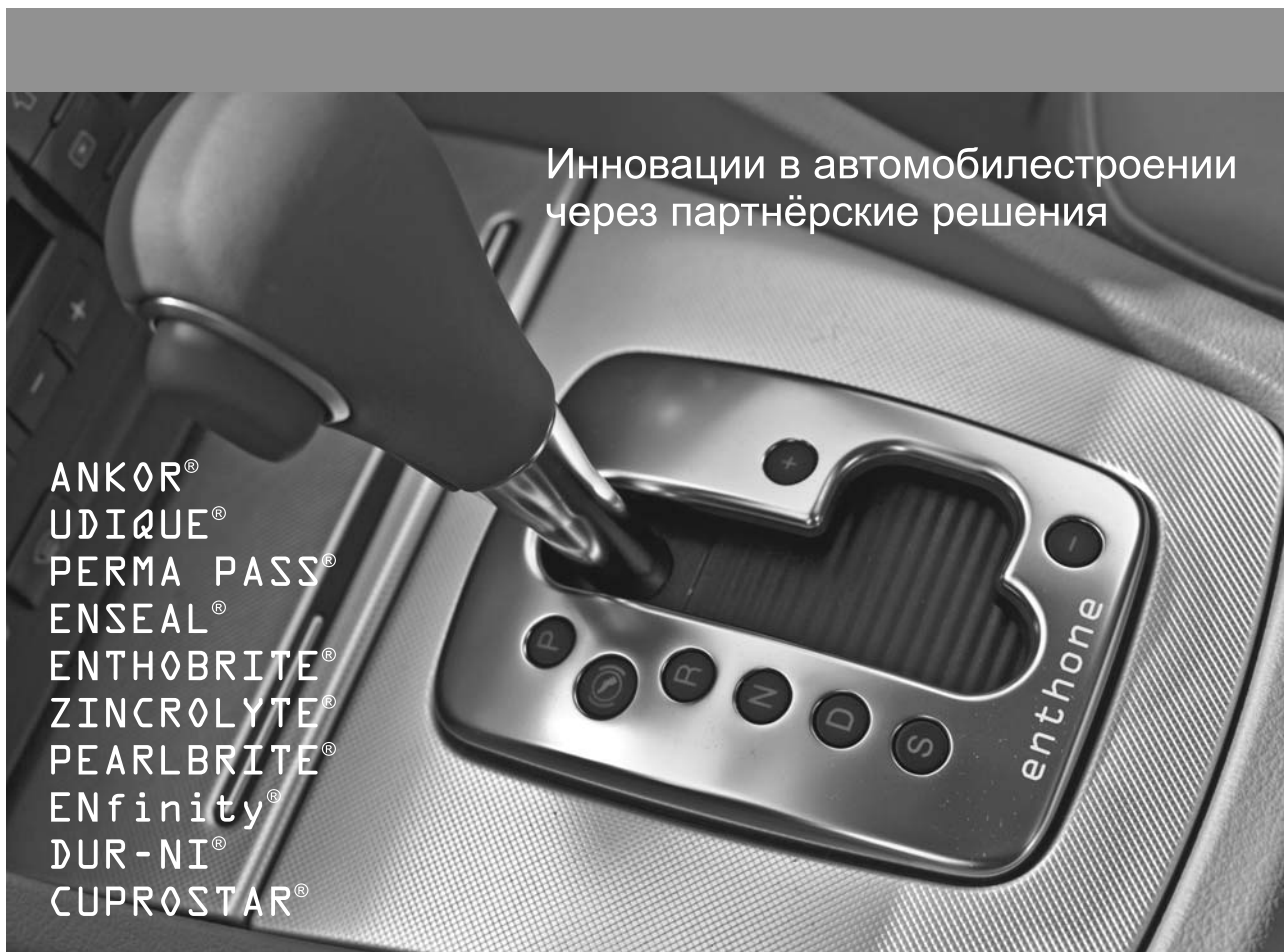
 

Тел.: +7 (812) 380 0017/00  
Факс: +7 (812) 380 0001  
E-mail: [coating@itcexpo.ru](mailto:coating@itcexpo.ru)  
Web: [www.expcoscoating.ru](http://www.expcoscoating.ru)

При участии:

 **РЭУ им. Р.В. Виленицкого**  
Российская государственная академия наук, Д.Н. Коршунов  
Московский государственный университет им. Д.Н. Коршунова

[www.expcoscoating.ru](http://www.expcoscoating.ru)



Инновации в автомобилестроении  
через партнёрские решения

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

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

- Системы пассивации без шестивалентного хрома, соответствующие директиве ELV
- Процессы химического никелирования без свинца и кадмия
- Технологии металлизации пластиков
- Процессы твёрдого и декоративного хромирования
- Покрытия никелем от сатина 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, сантехнической арматуры, автомобильной и авиапромышленности.

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

enthone



Cookson Electronics

ЗАО "Гальванит" • 107258, г. Москва, • ул. 1-я Бухвостова, д. 12/11, корп. 53 • тел./факс: (495) 225-35-49 (многоканальный) • www.galvanit.ru  
Enthone GmbH • Контактное лицо: Alex Plett • aplet@cooksonelectronics.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.



современная концепция

**ГАЛЬВАНИТ**

гальванических производств

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

## **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, драгметаллов и их сплавов, многослойные и композиционные покрытия, а также нанесения оксидных, хроматных и фосфатных покрытий на металлы и сплавы.

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

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

*Мастер-класс: обучение работе на ячейке Хулла.*

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

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

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

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

Специфика химико-аналитического контроля сточных вод и воды, поступающей в цех; особенности анализа 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  
Во 2-ом ПОЛУГОДИИ 2009 ГОДА**

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

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа №09 (КГ-09)	12 октября - 16 октября*	11600
Группа №10 (КГ-10)	23 ноября - 27 ноября	11600

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

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа АКГ№04 (АКГ-04)	09 ноября - 13 ноября	11350

\* Посещение 7-ой Международной специализированной выставки «Лаборатория Экспо-09».

В стоимость обучения входят информационные материалы.

**Стоимость обучения НДС не облагается.** Оплата перечислением.

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

- в гостинице «Вега» (Измайловский гостиничный комплекс). Проезд: м. «Партизанская». Поселение в гостиницу в комнате 609 корпуса «Вега» (6 этаж). Стоимость одного места проживания составит 2000-4000 руб. в сутки.

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

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

В графе «назначение платежа» следует указать соответствующий шифр.

Прибывшие на курсы должны предоставить копию платежного поручения с отметкой банка об оплате. Об участии в курсах следует заявить по телефону не позднее, чем за 3 дня до начала занятий, указав потребность в гостинице, дату и время приезда.

Телефоны для подачи заявок и справок:

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

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

e-mail: [mxo@asvt.ru](mailto:mxo@asvt.ru)

<http://www.mmho.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

1. Научно-практический семинар «Современное гальваническое производство. Технологии, оборудование, материалы, экология», июнь 2009 г., г. Санкт-Петербург, СПТУ, Межрегиональный центр экономики и техники. Сурайкина Г.Ф. (812) 394-73-54; 395-22-35; 394-22-04.

2. 10-е Научно-техническое совещание «Современное оборудование и технологии гальванопокрытий, очистка сточных вод». 23-24 сентября 2009 г. ОАО «Тамбовгальванотехника». г. Тамбов, тел. 8(4752)53-25-03; 53-70-03; факс 8(4752)55-04-15; e-mail: market@tagat.ru.

3. «Совершенствование технологии гальванических покрытий». XIV Всероссийское совещание, 5-8 октября 2009 г., г. Киров, ВятГУ, тел.: (833-2) 69-33-98; e-mail: vgu\_ter@mail.ru <mailto:vgu\_ter@mail.ru>.

4. Международная Промышленная выставка «Industry EXPO» и Научно-практическая конференция «Инновационные технологии в промышленности Уральского региона», 19-21 Октября 2009 г. www.industryexpo.ru

5. 8-е Международное научно-практическое совещание «Оборудование цехов гальванического производства, очистка сточных вод, технологические процессы нанесения покрытий». 18-19 ноября 2009 г., ООО «Гранит-М» 392036, г. Тамбов, ул. Лаврова, 5, к.1, тел./факс: 8(4752)72-97-52.

## ВОДОПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Более 20 лет на рынке свыше 2000 внедренных установок

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



Проектирование Изготовление Монтаж Сервис

г. Владимир, ул. Элеваторная, 6  
Тел.: (4922) 36-09-33, 24-74-31  
Тел./Факс: (4922) 38-12-44, 24-26-27  
E-mail: vladimir@vladbmt.ru

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

ЗАО «БМТ»  
г. Владимир



**КНИГИ**  
**Books**

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

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

Распространяется среди подписчиков журнала.

**Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование.** Изд. 2-е, переработанное и дополненное.

Под ред. В.Н. Кудрявцева. - М.: «Глобус», 2005. - 248 с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Цена - 110 рублей.

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

Распространяется среди подписчиков журнала.

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

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

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

Книга рассчитана в основном на работников гальванических производств.

**Виноградов С.С. Промывные операции в гальваническом производстве**

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

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

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

**Окулов В.В. ЦИНКОВАНИЕ. Техника и технология**

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

**Григорян Н.С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А. Фосфатирование**

М.: «Глобус», 2008. - 157 с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Цена - 120 рублей.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева  
Российское общество гальванотехники,  
обработки поверхности и защиты от коррозии  
Научный совет по электрохимии РАН  
Вятский государственный университет

Посвящается 40-летию кафедры  
технологии электрохимических  
производств ВятГУ

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО**

XIV ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ

**“СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ”**

5 – 8 октября 2009 г.  
г. Киров

XIV Всероссийское совещание “Совершенствование технологии гальванических покрытий” будет проведено на базе Вятского государственного университета 5 – 8 октября 2009 г.

Проблематика совещания:

- новые перспективные гальванические покрытия, электролиты, технологии;
- новое в технологии лакокрасочных и полимерных покрытий;
- новое оборудование цехов покрытий;
- экологические аспекты гальванотехники;
- применение ионообменных и мембранных технологий в гальваническом производстве;
- контроль электролитов и покрытий;
- нормативные аспекты деятельности гальванических производств;
- технология переработки отходов гальванических производств.

Оргкомитет отбирает доклады для публикации в журнале «Гальванотехника и обработка поверхности».

**Адрес для переписки:** 610000, г. Киров, ул. Московская, 36, ВятГУ, кафедра ТЭП, Оргкомитет совещания “Совершенствование технологии гальванических покрытий”. Шишкиной С.В.

Тел. 833-2-32-14-86  
Факс 833-2-64-02-47

E-mail: vgu\_tep@mail.ru

## **Subscription Information**

Subscription price for 2008, Vol. XVI (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)

## **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 предписанного 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 : анализ. 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, S, P), маленькие двумя чертами сверху (например, s, p); показатели степени и индексы выделяются (простым карандашом) дужкой (верхние — снизу, нижние — сверху); греческие буквы подчеркиваются красным карандашом, готические — синим. Эти же буквы выносятся на поля и поясняются (пишется как произносится) один раз на странице, например ξ (кси), ζ (дзета) и т.д.; спецзнаки выносятся на поля с пояснением «спецзнак»; для похожих по начертанию букв следует давать пояснения простым карандашом на полях (например, e (не эль); l (эль); 0 (ноль); O (буква); x (знак умножения); x (икс) и т.д.; для прямых и наклонных (курсив) символов используются дополнительные обозначения простым карандашом: например, s, 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.39)

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. 64)

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.60)

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.49)

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.23)

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. 52)  
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.37)

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

### НПК "РЕГЕНЕРАТОР" (стр.16)

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

### ООО "РТС Инжиниринг" (стр.40)

107076 Москва, ул. Атарбекова,4  
тел +7(495) 964-47-48, факс +7 (495) 964-47-39, e-mail:  
main@rts-engineering.ru; http:// rts-engineering.ru

### РХТУ им. Д.И. Менделеева (стр.7, 36)

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

### SERFILCO Ltd. (стр.38)

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

### Компания "СОНИС" (стр.35)

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

### НПП СЭМ.М (стр.53)

125047, Москва, А-047, Миусская пл., 9. тел/факс(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.9)

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.11)

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» 2009/2; каталог стран СНГ 2009/2; Каталог Украины 2009/1. Агентство АРЗИ. Индекс 87867.

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	50
<b>Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н.</b> Электролитическое хромирование	130
<b>Информационный каталог</b> производителей и продукции для обработки поверхности, гальванического производства и производства печатных плат, 2-е издание	90

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 3010181040000000225
ИНН 7707284783 КПП 770701001 ООО "Гальванотех" <b>Получатель</b>	Р/с	40702810838320101984

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