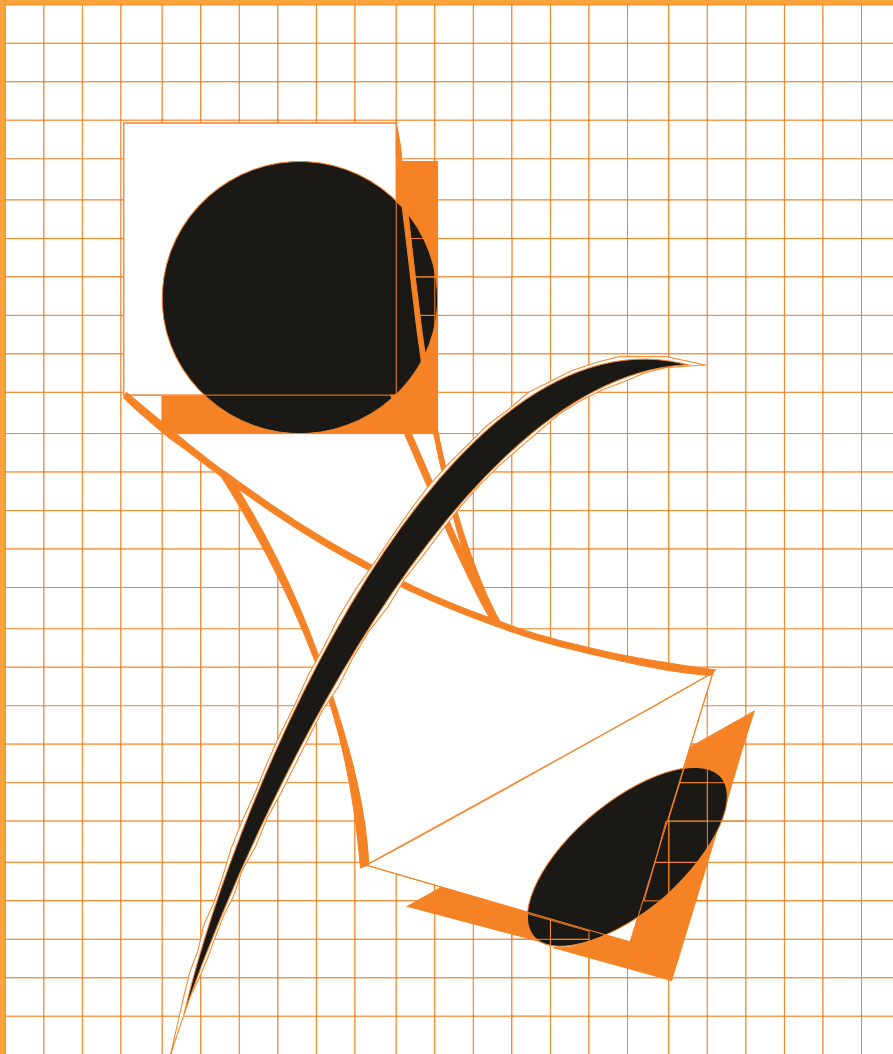


# ГАЛЬВАНОТЕХНИКА

# И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT



**Наука**  
**Экология**  
**Технология**  
**Оборудование**  
**Печатные платы**  
**Образование**

**Science**  
**Environments**  
**Processes**  
**Equipment**  
**PC boards**  
**Training**

## Редакционная коллегия

**Главный редактор д.х.н. Кудрявцев В.Н.**  
**И.о. гл. редактора д.х.н. Кругликов С.С.**  
Российский химико-технологический  
Университет им.Д.И.Менделеева, Москва

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

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

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

### Учредители

Кудрявцев В.Н.  
Российский химико-технологический  
Университет им. Д.И. Менделеева

### Спонсоры

Компания "Умикор Гальванотехник",  
Швабиш-Гмюнд, Германия

Перевод абстрактов - проф. Кругликов С.С.

## Editorial Board

**Editor-in-Chief prof. Kudryavtsev V.N.**  
**Acting editor-in-chief prof. S. Kruglikov**  
Mendeleev University of Chemical  
Technology of Russia, Moscow

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

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

### Founders

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

### Sponsors

"Umicore Galvanotechnik" GmbH,  
Schwaebisch Gmuend, Germany

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

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

**Интернет-сайт журнала [www.galvanotehnika.info](http://www.galvanotehnika.info)**

## УШЕЛ ИЗ ЖИЗНИ ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ КУДРЯВЦЕВ

**заслуженный деятель науки Российской Федерации,  
доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии  
электрохимических процессов РХТУ имени Д.И. Менделеева**



Владимир Николаевич родился 24 мая 1935 года в Москве в семье советской интеллигенции. Его отец Николай Тихонович Кудрявцев, доктор химических наук, профессор, был крупнейшим ученым – специалистом в области электрохимии, технологии электрохимических процессов, заведовал профильной кафедрой технологии электрохимических производств в Московском химико-технологическом институте им. Д.И.Менделеева. Богатый опыт, обширнейшие знания Кудрявцева-старшего стали притягательной и мощной образовательной силой для его сына и выбор специальности Владимиром Николаевичем был не случаен.

После окончания учебы в МХТИ по кафедре технологии электрохимических производств в 1958 году, В.Н. Кудрявцев начал трудовую деятельность лаборантом в лаборатории электроосаждения металлов Института физической химии Академии наук СССР, руководимой профессором, доктором технических наук Ашотом Тиграновичем Ваграмяном.

А.Т. Ваграмян поставил перед ним сложную и очень актуальную в то время задачу – изучить механизм наводороживания металлов при нанесении гальванических покрытий, выяснить причины водородного охрупчивания металлов и на основании полученных знаний предложить методы борьбы с этим очень опасным явлением. Это направ-

ление научных исследований на длительное время становится лейтмотивом научных исследований В.Н.Кудрявцева, крупный, завершённый этап которых был обобщен в его докторской диссертации.

Детальные исследования проникновения водорода в изделия из высокопрочных сталей при электроосаждении на их поверхности защитных покрытий влияние на эти процессы составов электролитов, режимов нанесения покрытий и последующей термообработки, позволили В.Н. Кудрявцеву впервые установить, что водород включается не только в основу, но и в покрытие, и при определенных условиях может диффундировать из покрытия в сталь, увеличивая опасность возникновения водородной хрупкости. На основе этих исследований были разработаны и внедрены в производство технологические решения борьбы с водородным охрупчиванием высокопрочных сталей в авиакосмической промышленности и других отраслях машиностроения.

После кончины профессора А.Т. Ваграмяна в 1972 году, В.Н. Кудрявцев избирается заведующим лаборатории электроосаждения металлов Института физической химии АН СССР. Ведущим научным направлением работы лаборатории традиционно являлось изучение процессов хромирования, имеющих большое прикладное значение. Проведенные исследования влияния введения в хромовокислый электролит хромирования добавок органических веществ различной природы на выход по току хрома, на эксплуатационные свойства покрытий завершились созданием нового технологического процесса износостойкого хромирования, который широко используется на промышленных предприятиях Рос-

сии. В лаборатории разработан новый электрохимический метод количественного определения концентраций органических добавок к электролиту, необходимых для формирования определенных функциональных свойств покрытий. Метод получил приборное воплощение. Создан прибор "КОРИАН", который применяется на промышленных предприятиях в нашей стране, в США, Швейцарии.

В 1986 году В.Н.Кудрявцев был приглашен в МХТИ им. Д.И.Менделеева (ныне Российский химико-технологический университет) заведовать кафедрой технологии электрохимических производств. Много творческих сил, времени Владимир Николаевич отдавал совершенствованию учебного процесса, подготовке инженеров-технологов, высококвалифицированных кадров, работе с аспирантами и соискателями, разработке и изданию учебно-методических пособий, редактированию монографий, используемых в учебном процессе как в РХТУ, так и в других университетах России. Кафедра придает большое значение повышению квалификации и переподготовке инженерно-технического персонала промышленных предприятий. Организованные при кафедре в 2002 году курсы повышения квалификации специалистов в области гальванотехники знакомят с современными тенденциями развития знаний в области электрохимических производств, привлекают большое число специалистов – исследователей и производственников. Только за последние 3,5 года на курсах прошли подготовку специалисты более 270 предприятий страны.

После распада Советского Союза крупные научные организации, разработчики технологий в области гальванотехники оказались за рубежом. Кафедра под руководством В.Н. Кудрявцева, взяла на себя трудные обязанности головной ячейки по разработке и совершенствованию технологий в области гальванотехники, обмену опытом, консолидации специалистов, проведению международных и научно-практических конференции и выставок в области гальванотехники с привлечением иностранных фирм.

На кафедре традиционно ведутся научные работы фундаментального и прикладного характера, выполняются исследования по договорам с промышленностью, в которых участвуют студенты и аспиранты.

Впервые в России в 1992 году Владимиром Николаевичем Кудрявцевым был основан и под его редакцией в течение более 20 лет издается журнал "Гальванотехника и обработка поверхности", получивший международное признание. Согласно данным, опубликованным в 2012 году в «Библиометрических показателях», журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» имеет 4-й по величине двухлетний Импакт-фактор РИНЦ среди 22 журналов по тематике «Машиностроение». В дальнейшем Кудрявцев В.Н. стал координатором информационно-образовательного профессионального Интернет-Сайта Общества Гальванотехников и обработки поверхности, созданного ведущими Российскими специалистами в области технологии электрохимических производств совместно с журналом «Гальванотехника и обработка поверхности», кафедрами Российских университетов, российскими и зарубежными ведущими компаниями, при поддержке Российского и Московского Химических Обществ им. Д.И.Менделеева, Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева.

В.Н. Кудрявцев являлся председателем секции "Электроосаждение металлов" Научного совета по электрохимии Российской Академии наук, членом редколлегии журналов «Электрохимия», «Защита металлов», английского журнала "Transactions of the Institute of Metal Finishing"; активным членом Московского отделения химического общества им. Д.И. Менделеева, член-корреспондентом Российской академии естественных наук, членом Международного электрохимического общества, членом Европейской Академии технологии обработки металлов, членом Американского общества гальванотехников, удостоенный высшей награды Американского общества гальванотехников (AESF) «За выдающиеся научно-технические достижения», награжден орденами «Трудового Красного Знамени» и «Орденом Дружбы».

Владимир Николаевич пользовался искренним уважением и непререкаемым авторитетом среди многочисленных коллег и специалистов в нашей стране и за рубежом.

Он был доброжелательным, внимательным к окружающим людям, принципиальным человеком и неиссякаемо талантливым ученым.

*Коллеги и друзья Владимира Николаевича глубоко скорбят  
о невозполнимой утрате*



## **VLADIMIR N. KUDRYAVTSEV PASSED AWAY**

### **Doctor of Science, Professor, Head of the Department of Electrochemical Engineering of the Mendeleev University of Chemical Technology**

Vladimir Kudryavtsev was born in Moscow on May 24, 1935 in an academic family. His father, Nikolay T. Kudryavtsev, Dr. Sci. Professor was a prominent scientist in the field of electrochemical engineering, especially in electroplating, and at that time he was a Head of the Department of Electrochemical Engineering at the Mendeleev Institute of Chemical Technology (now – Mendeleev University). His experience, close cooperation with soviet plating industries turned to be powerful attraction for his son and for his choice of his future.

After the graduation in 1958 Vladimir Kudryavtsev started his career at the Institute of Physical Chemistry of the Soviet Academy of Science as a junior researcher under the supervision of Professor, Dr. Ashot T. Vagramyan.

Dr. Vagramyan suggested his young pupil to study the process of hydrogenation of metals - a problem of high practical importance that time. A final goal of this research was to work out practical measures to prevent hydrogenation and to avoid in this way its inevitable consequences – brittleness of metals and alloys. It took long time and much experimental work and became a major area of Vladimir's activity. Finally, it became a basis of his thesis for a degree of a Dr. Sci.

He has established a mechanism of the penetration of hydrogen into the base metal – different types of steel in the course of the plating process, the effects of the bath composition and operating conditions, heat treatment of plated parts. It was shown in his experiments that hydrogen is incorporated not only in the base metal, but also into the coating and can later diffuse from it into the base metal causing the hydrogenation of the latter. On the basis of these research methods preventing this dangerous situation have been worked out and were put into industrial practice, in particular in aerospace industry and related branches.

In 1972, after the death of Dr. Ashot Vagramyan, Vladimir Kudryavtsev was elected as a Head of Dr. Vagramyan's laboratory, and his own research since that time was closely related with the process of chromium plating and resulted finally in the development of a new process for the electrodeposition of hard chromium coatings with high wear resistance. This process is now used in many plating shops in Russia and other countries. In his laboratory and under his leadership a new method for the analysis of organic additives in chromium plating solutions has been developed. This method and a device based on it are now used in the plating shops in Russia and other countries.

In 1986 Dr. Vladimir Kudryavtsev got a proposal to take a position of a Head of the Dept. of Electrochemical Engineering at the Mendeleev University. Since that time he concentrated his efforts on the improvement of the teaching process, delivered lectures on himself electroplating, payed a lot of time to post-graduate students and specialists from numerous plating shops from all parts of Russia who came to Moscow to improve their professional qualifications. For this particular purpose he has organized special training courses at the University. For the last three and a half years specialists from 270 plating works have been trained at these courses.

And finally, his invaluable contribution to our common course has been realized in the creation of the professional journal, professional web-site and Russian Electroplater's Society – all the very first ones in our country.

Vladimir Kudryavtsev was an active member of numerous institutions and societies, editorial boards, etc.: Transactions IMF, Protection of Metals, Mendeleev Chemical Society, Russian Academy of Natural Sciences, ISE, AESF, European Academy. He is a holder of several national and international awards. He was considered as well-known authority in all aspects of electroplating always providing his assistance whenever requested. His numerous pupils, colleagues and friends will remember him as a charming personality, talented teacher and prominent scientist.

*Colleagues and friends*

# ГАЛЬВАНОТЕХНИКА и ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

Издаётся с 1992 г.

№ 4

2013 год

том XXI

## Содержание

<i>Ответы на вопросы читателей</i>	Об изменении размеров детали при анодировании алюминия	6
	Информация об использовании хромат содержащих растворов в гальванотехнике	6
	Об использовании процессов фосфатирования для деталей с резьбой — изменение размеров	7
	О замене эмалированных ведер в процессе химического никелирования	7
<i>Электроосаждение металлов и сплавов</i>	Электроосаждение сплава Fe-Mo и перспективы его использования в качестве катодного материала при электрохимическом получении водорода	18
	Кузнецов В.В., Голянин К.Е., Ляшенко С.Е., Ляхов Б.Ф.	
	Кислый или щелочной цинк-никель? Системное сравнение	24
	Краус Р.	
	Кроющая способность электролитов кадмирования	30
Смирнов К.Н., Кравченко Д.В., Архипов Е.А.		
Электрохимическое латунирование стали в ультразвуковом поле	33	
Курило И.И., Черник А.А., Жарский И.М., Михедова Е.В.		
<i>Конверсионные покрытия</i>	Низкотемпературные растворы кристаллического фосфатирования	40
	Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Папилов Р.В., Стяжкина М.И.	
<i>Экология</i>	Способы интенсификации окислительно-восстановительных реакций в процессах удаления ионов железа (II) из водных растворов	47
	Гайдукова А.М., Бродский В.А., Колесников В.А., Канделаки Г.И.	
<i>Стандартиза- ция</i>	Сертификация в Российской Федерации	57
	Полякова Л.В., Аристов В.М.	
<i>Персоналии</i>	Ушел из жизни ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ КУДРЯВЦЕВ	1
	Памяти Ивана Гаврииловича Хомченко	68
<i>Хроники</i>	Специализированная выставка и конференция «Покрытия и обработка поверхности» - Expo Coating Siberia	70
<i>Информация</i>	Учебник «Теоретическая электрохимия»	9
	Курсы повышения квалификации	72-73
	Выставки, конференции, семинары. Книги	71

# ELECTROPLATING & SURFACE TREATMENT

Published since 1992

№ 4

2013

v. XXI

## Contents

<i>Answers for reader questions</i>	<b>On the change of the parts size in the course of aluminium anodizing</b>	<b>6</b>
	<b>Information on the use of chromate-based solutions in electroplating</b>	<b>6</b>
	<b>Use of phosphate for the treatment of fasteners – change in the screw size</b>	<b>7</b>
	<b>On the use of enameled containers in electroless nickel plating</b>	<b>7</b>
<i>Electroplating of metals and alloys</i>	<b>Electrodeposition of iron-molybdenum alloy and prospects of it's use as cathodic material in the electrochemical production of hydrogen</b>	
	<i>Kuznetsov V.V., Golyanin K.E., Lyashenko S.E., Lyakhov B.F.</i>	<b>18</b>
	<b>Electrodeposition of Zn-Ni? Comparison of acid alkaline bath</b>	
	<i>Ralf Kraus</i>	<b>24</b>
<i>Conversion coatings</i>	<b>Covering Power of Cadmium Plating Solutions</b>	
	<i>Smirnov K.N., Kravchenko D.V., Arkhipov E.A.</i>	<b>30</b>
	<b>Electrochemical Brass Plating on Steel in Ultrasonic Field</b>	
	<i>Kurilo I.I., Chernik A.A., Zharskiy I.M., Mikhedova E.V.</i>	<b>33</b>
<i>Environmental problems</i>	<b>Low-temperature solutions for crystalline phosphating</b>	
	<i>Abrashov A.A., Grigoryan N.S., Vagramyan T.A., Papirov R.V., Styazhkina M.I.</i>	<b>40</b>
<i>Standart specification</i>	<b>Intensification methods of redox reactions in the processes of removal of iron(II) from aqueous solutions</b>	
	<i>Gaidukova A.M., Brodskiy V.A., Kolesnikov V.A., Kandelaki G.I.</i>	<b>47</b>
<i>Personal</i>	<b>Certification in the Russian Federation</b>	
	<i>Polyakova L.V., Aristov V.M.</i>	<b>57</b>
<i>Chronicle</i>	<b>VLADIMIR N. KUDRIAVTSEV passed away</b>	<b>1</b>
	<b>To the memory of Ivan G.Khomchenko</b>	<b>68</b>
<i>Information</i>	<b>Exhibition and Conference "Coatings and Surface Treatment" - Expo Coating Siberia</b>	<b>70</b>
	<b>On the training courses for plating engineers</b>	<b>72-73</b>
	<b>Congressess, Conferences, Meetings</b>	<b>71</b>

## Ответы на вопросы

### Об изменении размеров детали при анодировании алюминия

*On the change of the parts size in the course of aluminium anodizing*

**ВОПРОС:** На производстве столкнулся с небольшим, но интересным вопросом, касаемый анодно-окисного покрытия. Должен ли конструктор учитывать толщину анодно-окисного слоя на алюминии, когда задает обработку Ан. окс. нхр? Каков механизм роста окисной пленки?

Анодирование делаем на переменном токе в 20% серной кислоте. Судя по справочным данным толщина окисной пленки составляет 7 мкм. Как расценить эту величину? Диаметр уменьшается на 14 мкм или номинальный диаметр остается тем же самым, какой был до покрытия?

*Уральский Приборостроительный Завод*

**ОТВЕТ:** При анодном оксидировании алюминия покрытие как бы вырастает из основного металла, поскольку он частично используется для образования оксида. Поэтому при анодном оксидировании изменение размера детали не равно толщине нанесенного покрытия, а меньше.

В зависимости от типа используемого электролита и режима электролиза увеличение размера детали может составлять от 30 до 60% от толщины полученного покрытия; обычно принимают для расчета среднюю величину - 50%. Если толщина покрытия 7 мкм, то можно считать, что размер детали увеличится приблизительно на 3,5 мкм (с каждой покрываемой стороны).

Очевидно, что при малых толщинах, характерных для защитно-декоративного анодирования (6 - 20 мкм), изменение размера можно не учитывать. Но при толстослойном анодировании, которое применяется для повышения электроизоляционных свойств и износостойкости (обычно 40 - 90 мкм), изменение размера следует учитывать при конструировании.

*К.т.н. Скопинцев В.Д.*

### Информация об использовании хромат содержащих растворов в гальванотехнике

*Information on the use of chromate-based solutions in electroplating*

**ВОПРОС:** В соответствии с ГОСТ 9.306 существуют виды дополнительной обработки нхр. (наполнение в растворе хроматов) И хр. (хроматирование).

Не нашла нигде подробного описания этих процессов, в чем разница (по свойствам полученного покрытия, по технологии и т.д.).

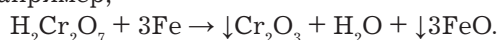
*Технолог ОАО "Петрозаводскмаш"*

**ОТВЕТ:** Термин - «наполнение» подразумевает наполнение (заполнение) пор в каком либо пористом покрытии. К сожалению, некоторые виды покрытий являются пористыми и по этой причине недостаточно надёжно защищают изделия от коррозии. С целью повышения защитной способности пористых покрытий производят наполнение (закупорку) пор. Наиболее часто наполняют пористые химические покрытия, такие как фосфатные, оксидные или оксидно-фосфатные.

Повышение защитной способности осуществляется за счёт:

- пассивации доньшка поры;
- закрытия (закупоривания) пор.

Сущность процесса заключается в следующем: Хроматные растворы, являясь сильными окислителями, взаимодействуют с незащищённым металлом на доньшке поры и пассивируют его. Образующиеся продукты взаимодействия нерастворимы и, оставаясь в порах, закупоривают их. Например,



Таким образом, образующиеся нерастворимые оксиды трёхвалентного хрома и оксиды железа пассивируют незащищённый металл на доньшке пор и закупоривают их.

Наполнение пор может производиться не только путём хроматной обработки. Нередко поры оксидных покрытий наполняют маслом или специально разработанными полимерными композициями.

Пористые оксидные плёнки на алюминии часто наполняют окрашенными веществами, что позволяет не только повысить защитную способность, но и улучшить декоративные качества.

Хроматирование, как правило, производится с целью повышения коррозионной стойкости защитных покрытий, которые в коррозионной паре «металл - покрытие» являются анодом. Такие, так называемые анодные покрытия, прекрасно защищают металл, но сами покрытия, вследствие их электроотрицательности, в коррозионном отношении весьма уязвимы. С целью повышения коррозионной стойкости и продления срока службы такие покрытия пассивируют путём обработки в хроматных или в хромитных растворах. Наиболее часто хроматирование или хромитирование применяется для цинковых покрытий.

*К.т.н. Мамаев В.И.*

**Об использовании процессов фосфатирования для деталей с резьбой — изменение размеров**

*Use of phosphate for the treatment of fasteners — change in the screw size*

**ВОПРОС:** По требованию конструкторской документации шпильки гайки (сталь 38ХНЗМФА, 25Х1МФ, 35 и др.) приходится покрывать защитным покрытием. Хим. фосф с прм. после покрытия резьбовые калибры на части изделий не идут. Заказчик считает это браком. Нигде в литературе не можем найти нормирование толщины покрытия. (детали между собой сворачиваются без заедания). Можно ли где-то в лабораторных условиях получить заключение о годности и качестве произведенного покрытия?

**ЗАО "Танаис"**

**ОТВЕТ:** В процессе фосфатирования основа стальных деталей (железо) взаимодействует с подкисленным раствором однозамещённых фосфатов с образованием труднорастворимых трёхзамещённых солей, которые и являются основой фосфатной плёнки. Таким образом, одновременно имеет место два процесса:

- растворение железа, приводящее к занижению размеров детали;
- образование фосфатной плёнки, приводящее к увеличению размеров детали.

Суммарно эти два процесса, как правило, приводят к увеличению размеров. Толщина фосфатной плёнки зависит от очень многих факторов (времени обработки, состава раствора, кислотности, пористости и др.). Для компенсации увеличения размеров при фосфатировании исходные размеры деталей иногда занижают на стадии механической обработки.

По-видимому, в Вашем случае фосфатные покрытия применяются как противозадирные покрытия для предотвращения заедания и «прикипания» резьбовых соединений, так как обладают хорошими антифрикционными свойствами. В процессе свинчивания излишки фосфатного слоя довольно легко механически разрушаются и удаляются (или как бы размазываются по поверхности, заполняя пустоты в резьбовом соединении, чем обеспечивается плотность соединения). По этой причине небольшое! завышение размеров деталей за счёт увеличения толщины фосфатного слоя не является критическим, а в некоторых случаях является даже желательным. Гораздо опаснее является занижение толщины фосфатного слоя.

В лабораторных условиях можно легко определить толщину фосфатного слоя. Методика

определения толщины фосфатного слоя довольно подробно изложена в книге: Григорян Н.С. Акимов У.Ф., Ваграмян Т.А. «Фосфатирование».

PS. Хотел бы обратить Ваше внимание на очень большое количество грамматических опечаток в Вашем вопросе! Даже собственное имя написано с маленькой буквы.

**К.т.н. Мамаев В.И.**

**О замене эмалированных ведер в процессе химического никелирования**

*On the use of enameled containers in electroless nickel plating*

**ВОПРОС:** Чем можно заменить эмалированные ведра в процессе химического никелирования, которые используются в качестве основной ванны. Раствор нагревается по принципу водяной бани, электролит одноразового потребления.

**ОТВЕТ:** Для проведения процесса химического восстановления металлов весьма существенным является подбор материала ванны. Материал ванны должен отвечать следующим требованиям:

- не должен обладать каталитическими свойствами, вызывающими осаждение металла на стенках ванны;
- быть химически стойким к растворам с кислотностью в пределах рН 3÷11;
- выдерживать температуру до 100°C без изменения физико-химических и механических свойств;
- в случае нагрева по принципу водяной бани (ванна с греющей рубашкой) корпус ванны должен обладать достаточно высокой теплопроводностью.

Цветные и чёрные металлы и даже коррозионноустойчивая сталь не могут быть использованы в качестве материалов для ванн из-за осаждения химического покрытия на металлических поверхностях. Ранее для стационарных ванн наиболее часто применяли фарфоровые, стеклянные и стальные эмалированные ёмкости. Основным недостатком стеклянных, фарфоровых и эмалированных ёмкостей является их хрупкость. Случайное падение детали или подвески на дно ванны приводит либо к разрушению ванны, либо к сколу эмалевого покрытия.

В настоящее время ванны для химического нанесения покрытий всё чаще изготавливают из титана или коррозионно-стойкой стали с их постоянной пассивацией. Пассивация осуществляется путём анодной защиты металлического корпуса ванны. При этом корпус ванны соединяют с положительным полюсом источника тока, а отрицательный полюс соединяют с пластиной из



коррозионно-стойкой стали, погруженной в раствор. Суть анодной защиты заключается в сдвиге потенциала металлической стенки ванны в положительную сторону, что приводит к невозможности восстановления на ней никеля и фосфора.

В качестве стационарных установок (не встраиваемых в автоматическую линию) довольно часто используют установки типа УХН (установка химического никелирования). Особенностью таких установок является разделение ванны-реактора на две электрически изолированные части.

Верхняя рабочая часть современных установок нагревается ТЭНами. В этой части ванны при повышенной температуре производится никелирование. Температура нагрева регулируется термодатчиком. В более ранних конструкциях обогрев верхней части электролита производился с помощью паровой рубашки (по принципу водяной бани). Достоинствами парового обогрева являются большая греющая поверхность и, соответственно, более низкая температура греющего элемента (стенки ванны), что снижает вероятность перегрева раствора вблизи нагревающей поверхности. Недостатком - является необходимость устройства паровой рубашки, подведения пара и отвода конденсата, а также сложность автоматизации устройств, обеспечивающих постоянство температуры рабочего раствора.

Нижняя часть ванны-реактора имеет водяную рубашку для охлаждения раствора. Образующиеся в процессе реакции в горячей рабочей зоне малорастворимые фосфиты за счёт диффузии опускаются в нижнюю холодную часть ванны, где кристаллизуются и выпадают на дно. Таким образом, диффузионный поток фосфитов непрерывно направлен вниз и рабочий раствор постоянно очищается от нежелательных фосфитов никеля, способных приводить к саморазложению раствора.

В нижней холодной части ванны-реактора помещен катод (анодом является верхняя горячая часть корпуса ванны). Холодную и горячую части ванны разделяет полипропиленовая решетка, предназначенная для улавливания случайно упавших в ванну деталей. Кроме того, решётка уменьшает вероятность взмучивания отстоявшихся фосфитов. В верхней части установки закреплен механизм качания, и рейки, на которых подвешиваются детали. Механизм качания приводится в движение мотор-редуктором с эксцентриком на выходном валу. Ванна заключена в полый теплоизоляционный кожух, выполняющий одновременно функцию бортового отсоса. На кожух устанавливается крышка, предохраняющая раствор от испарения и загрязнения атмосферы цеха. Благодаря автоматическому удалению нежелательных продуктов реакции из рабочей зоны

установки химического никелирования позволяют проводить многократную корректировку раствора, что делает его многоазовым.

Ввиду сложности конструкции установки химического никелирования её затруднительно устанавливать в автоматических линиях, поэтому для работы в автоматических линиях чаще применяют ванны обычной конструкции с низкотемпературным щелочным электролитом.

Подходящим материалом для футеровки стальных ванн для химического нанесения покрытий является фторопласт. В настоящее время отечественной промышленностью освоен значительный ассортимент фторопластов, которые в отличие от "фторопласта 4" (Ф-4) обладают рядом полезных свойств: они могут экструдироваться, отливаться под давлением, подвергаться сварке плавлением. К таким фторопластам следует отнести Ф-4МБ, Ф-10, Ф-2М, Ф-3М, Ф-26, Ф40ЛД и др. Освоено производство плёнки Ф-10 (ТУ 6-05-041-538-74), Ф-2М (ТУ 6-05-041-615-76), армированной плёнки из Ф-3М и экструдированного листа из Ф-2М (ТУ 6-05-041-644-79).

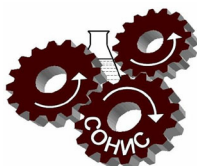
Листовой фторопласт Ф-2М обладает хорошими формовочными свойствами, гибкостью, ударопрочностью, прочностью при растяжении, свариваемостью. Листы фторопласта Ф-4М сваривают воздушной горелкой с использованием присадочного прутка диаметром 2 - 3 мм. Для приклеивания фторопласта к металлической поверхности разработан клей ГИПК-113.

Для футеровки ванн химического никелирования рекомендуется использовать фторопласты Ф-4МБ в виде плёночного вкладыша и Ф-30 (Ф-40) в виде напылённого покрытия.

В настоящее время футеровка фторопластом часто производится более эффективным ротационным методом. Такая футеровка не имеет швов, имеет прямое сцепление с металлом и по толщине достигает 5 мм. Небольшие ванны объёмом до 30 литров в заводских условиях можно изготовить целиком из фторопласта. Ввиду относительно низкой теплопроводности фторопласта желательно рассмотреть вопрос возможности нагрева раствора ТЭНами, изготовленными из титана или из других инертных материалов.

Самостоятельное изготовление металлических ванн, футерованных фторопластом весьма затруднительно, так как требует специального оборудования, опыта и достаточно высокой квалификации. В России существует несколько фирм, специализирующихся на футеровке различных изделий фторопластом, а также фирма, производящая установки химического никелирования. Их координаты можно легко найти в интернете.

*К.т.н. Мамаев В.И.*



## ООО «СОНИС»

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

*Мы помогаем  
цеховым  
технологам  
находить  
оптимальные  
решения!*



Скляренко Андрей Викторович  
Исполнительный директор ООО «СОНИС»

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

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

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

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

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

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

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

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

**По вопросу приобретения обращаться по адресу:  
ООО «ТИД «Студент»**

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



# Совершенные поверхности наша страсть

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

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

[www.umicore-galvano.com](http://www.umicore-galvano.com)



The world of noble  
and functional surfaces





Для нее  
- это удобная «молния».

Для нас  
- это функциональное покрытие.

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

[www.umicore-galvano.com](http://www.umicore-galvano.com)



The world of noble  
and functional surfaces



# ГальваноТехник Лейпциг ГмбХ

вновь в России

Оборудование для всех видов  
гальванических процессов



**Представительство в Москве**  
Москва, Перервенский б-р, 8-161  
Тел.: + 7 (495) 654 02 56  
Моб.: + 7 (968) 794 12 11  
E-mail: alex-ferrosan@yandex.ru  
[www.galvanotechnikleipzig.de](http://www.galvanotechnikleipzig.de)

**GALVANO  
TECHNIK  
LEIPZIG**







Щелочное цинкование

**Цинкамин-02** (блескообразователь)

**ДС-ЦО** (очиститель)

**БНК** (усилитель блеска)

Слабокислое цинкование

**ЛГ-50** (А,И) **ЛГ-09** (А,Б)

Цианистое цинкование

**ДС-3**

Осаждение сплавов

**Цинкамин-ZF** (цинк-железо)

**Цинкамин-ZN** (цинк-никель)

Никелирование

**НХС-1,2,3**



## Лучшая химия для гальванотехники



Пассивирующие концентраты (CrVI-free)

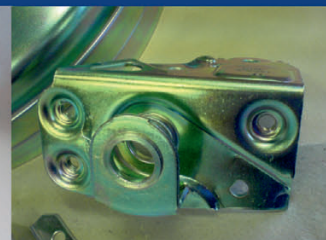
Финишная обработка покрытий

**Ирида-ХромТри** (А,В,АF,ВF,К)

**Ирида-СилХром**

**Силатек-08** (top-coat)

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



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

## ВЫПРЯМИТЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



### Повышенная надежность

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

### Управление и автоматизация

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

### Эффективность

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

### Новая модульная система

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

### Качество получаемого покрытия

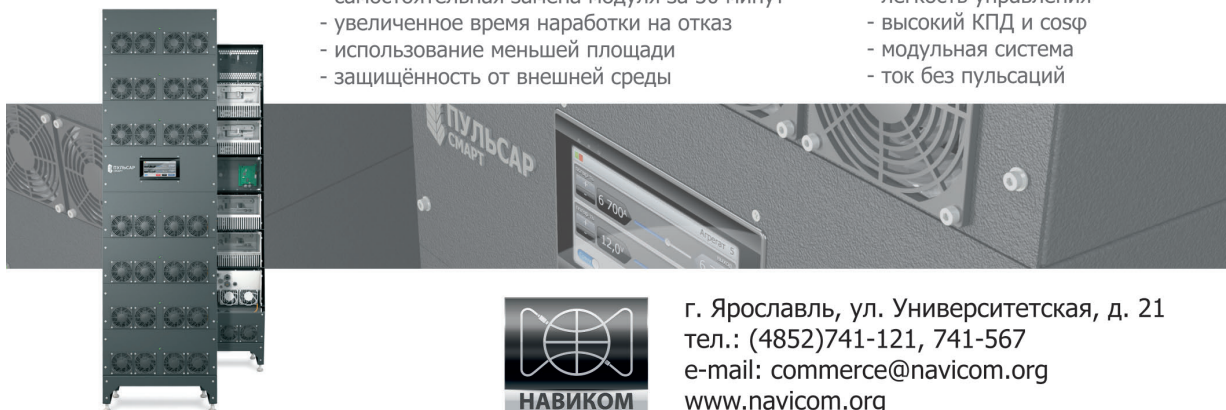
- равномерное нанесение
- ровная форма тока



## Безупречная и бесперебойная работа при максимальных нагрузках!

### Особенности:

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



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

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



Основанное в 1941 году Открытое акционерное общество «Тамбовгальванотехника» имени С. И. Лившица (ОАО «ТАГАТ» им. С. И. Лившица), с 1961г - специализированное предприятие по проектированию и изготовлению оборудования для нанесения гальванических, химических и анодизационных покрытий.

С февраля 2012 года ОАО «ТАГАТ» входит в группу компаний «АРТИ».

- Предлагаем гальваническое оборудование любой сложности со сдачей “под ключ”, в том числе многопроцессные линии с компьютерной системой управления, системы водоподготовки, очистные сооружения, системы приточной и вытяжной вентиляции.
- ОАО «ТАГАТ» владеет 84 авторскими свидетельствами на изобретения, многочисленными патентами и свидетельствами на промышленные образцы гальванического оборудования.
- Изделия проектируются, изготавливаются и сдаются под конкретные технические условия заказчика.
- Осуществляем поставки отдельных узлов гальванооборудования для ремонтных нужд, реставрации и модернизации (фильтровальные установки, специальные химстойкие насосы, воздушные фильтры, источники питания).
- ОАО «ТАГАТ» предоставляет своим потребителям информационную поддержку в поиске и выборе поставщиков расходных материалов, в том числе блескообразующих добавок и специальных композиций для гальванических процессов.
- ОАО «ТАГАТ» применяет широкий спектр полимерных материалов и металлов (полипропилен, полиэтилен, фторопласт, поливинилхлорид, нержавеющие стали и сплавы, титан, медь и другие).

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

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

**Наш адрес:**

392030, Россия, г.Тамбов, Моршанское шоссе, 21  
Телефон: 8 (4752) 53-25-03, 8 (4752) 53-70-03, 8 (4752) 53-18-89  
факс: 8 (4752) 45-04-15,  
e-mail: market@tagat.ru, office@tagat.ru

<http://www.tagat.ru>, <http://tagat.pф>

**ОАО «ТАМБОВГАЛЬВАНОТЕХНИКА»  
имени С.И.Лившица**

**БЫТЬ ПЕРВЫМ, СОЗДАВАЯ ЛУЧШЕЕ**





### ТЕХНОЛОГИИ И ХИМИКАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

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



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



### ТЕПЛОЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ

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



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



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

Проблемы с качеством покрытий?

Проблемы с обработкой стоков?

Проблемы с очисткой?

Покупайте  
оборудование

**SERFILCO!**

Вертикальные насосы

Погружные системы фильтрации

Компактные системы фильтрации

Угльные и ионнообменные системы очистки

Насосы с магнитной муфтой

Насосы с прямым приводом

Многокартриджные системы фильтрации

Системы фильтрации

Самовсасывающие насосы

Портативные системы фильтрации

Дозирующие насосы

Гравитационные системы фильтрации

Насосы для бочек

Закажите полный каталог оборудования SERFILCO



**POPOV Consulting**

Официальный дилер компании SERFILCO International Ltd., Англия  
Тел./факс: (495)968-10-49, (499)259-24-55,  
E-Mail: [popov@popovconsulting.com](mailto:popov@popovconsulting.com)  
[www.serfilcoequipment.popovconsulting.com](http://www.serfilcoequipment.popovconsulting.com)



УДК 541.138.3

## **Электроосаждение сплава Fe-Mo и перспективы его использования в качестве катодного материала при электрохимическом получении водорода**

**Кузнецов В.В., Голянин К.Е., Ляшенко С.Е., Ляхов Б.Ф.**

Ключевые слова: электроосаждение, сплавы молибдена, электрокатализаторы, реакция выделения водорода

Рассмотрена возможность применения аммиачно-цитратных растворов для электроосаждения сплавов Fe-Mo. Показано, что железо и молибден включаются в катодный осадок в металлическом состоянии, а окисленные состояния металлов фиксируются лишь в поверхностном слое. Получение сплавов Fe-Mo сопровождается интенсивным наводороживанием катодных осадков. Полученный материал проявляет электрокаталитическую активность в реакции выделения водорода в щелочных средах.

## **Electrodeposition of iron-molybdenum alloy and prospects of it's use as cathodic material in the electrochemical production of hydrogen**

**Kuznetsov V.V., Golyanin K.E., Lyashenko S.E.,  
Lyakhov B.F.**

Key words: electrodeposition, molybdenum alloys, electrocatalysts, hydrogen evolution reaction

The process of Fe-Mo alloy electrodeposition from ammonia-citrate baths was studied. The presence of Fe(III) compounds in the bath was shown to be necessary for the preparation of stable solutions. Formation of the alloy turned to be possible only at potentials more negative than -0.9 V (Fig. 1) and at potentials beyond -0.95 current efficiency for both iron and molybdenum becomes nearly independent on electrode potential. This ensures constant composition of the alloy deposited on the surface of parts with complex shape. In addition at these potentials incomplete reduction of Mo(6) and Fe(3) does not take place (Fig. 2). X-ray photoelectronic spectroscopy has demonstrated that cathode deposits obtained contain iron, molybdenum and small amounts of oxygen and carbon (Fig. 3), while practically all carbon is concentrated in the surface layer of the coatings. Iron and molybdenum are contained in the deposits in the metallic state. The alloys obtained are X-ray amorphous (Fig. 4). Impedance measurements (Fig. 5) demonstrated appreciable increase in the true surface area of the deposit in the course of the electrolysis, true surface area reaching 30. Fe-Mo alloys obtained by electrodeposition from ammonia-citrate baths demonstrate high catalytic activity with respect to hydrogen evolution reaction from alkaline solutions. High currents of hydrogen evolution do not fall down in the course of at least 5 hrs of electrolysis.

### Введение

Сплавы молибдена и вольфрама с металлами группы железа перспективны в качестве катодов для электрохимического выделения водорода, поскольку перенапряжение выделения водорода на них невелико и существенно ниже, чем на индивидуальных металлах [1]. Высокая каталитическая активность электролитических сплавов Fe-Mo в реакции электрохимического выделения водорода (РВВ) подтверждена экспериментально [2].

Электрохимический способ получения таких материалов по сравнению с металлургическим имеет следующие преимущества: простота получения, химическая однородность структуры, более высокая каталитическая активность. При электроосаждении сплавов Fe-Mo, Co-Mo, Ni-Mo происходит полное восстановление соединений Mo до металла, тогда, как в отсутствие металла-соосадителя (Fe, Co, Ni) получение металлического молибдена электролизом водных растворов практически невозможно [3]. Было выдвинуто несколько гипотез [3-6], объясняющих активирующее действие металлов группы железа на процесс электрохимического восстановления соединений Mo(VI), однако механизм протекающих процессов до конца не раскрыт. Это затрудняет прогнозирование химического и фазового состава катодных осадков, образующихся при электролизе. Практически отсутствуют сведения о количестве неметаллических включений в образующихся покрытиях и их наводороживании в процессе электролиза, хотя это, безусловно, влияет на функциональные свойства образующихся материалов, об устойчивости таких катодов в процессе электрохимического выделения водорода.

Для решения практических вопросов электрокатализа важно знать, в какой мере снижение перенапряжения выделения водорода вызвано увеличением истинной площади поверхности электродов и, соответственно, низкими истинными плотностями тока выделения водорода  $i_{ист} = \frac{I}{S_{ист}}$ , а в какой мере - собственно электрокаталитическим эффектом, связанным с электронным строением сплава.

С учетом изложенного, целью настоящей работы являлось исследование процесса электрохимического осаждения сплава железо-молибден и определение его каталитической активности в РВВ.

### Методика эксперимента

Электроосаждение сплава железо-молибден проводили из аммиачно-цитратного раствора, содержащего соединения Fe(III) и Mo(VI). Состав электролита (моль/л):  $Fe_2(SO_4)_3$  - 0.10,  $Na_2MoO_4$  - 0.04, лимонная кислота - 0.28,  $NH_4Cl$  - 0.20; pH 3.0;

для приготовления растворов использовали бидистиллированную воду. Использование соединений Fe(II) для приготовления электролита оказалось нецелесообразным, поскольку в присутствии цитрат-ионов окислительно-восстановительный потенциал пары Fe(III)/Fe(II) сильно смещается в сторону менее положительных потенциалов по причине гораздо большей устойчивости цитратных комплексов трехвалентного железа по сравнению с двухвалентным железом. Это приводит к тому, что соединения Mo(VI), содержащиеся в растворе, окисляют цитратные комплексы Fe(II), в результате чего в растворе образуются соединения Mo(V). Электроосаждение сплавов молибдена со значительным количеством тугоплавкого металла в этих условиях становится невозможным [7].

Поляризационные и импедансные измерения проводили в стандартной трехэлектродной ячейке с использованием цифрового потенциостата IPC Pro и анализатора частотного отклика FRA, потенциал электрода задавали относительно насыщенного хлоридсеребряного электрода; в работе все электродные потенциалы приведены относительно стандартного водородного электрода. Перед проведением измерений через раствор пропускали аргон в течение 30 минут. Электроосаждение сплава Fe-Mo проводили в тех же условиях.

Содержание железа и молибдена в полученных катодных осадках определяли после их растворения в азотной кислоте (ос. ч.). Полученный раствор после необходимого разбавления бидистиллированной водой раствор анализировали методом AES ICP.

Состав поверхностных слоев катодных осадков исследовали методом РФЭС ( $AlK_{\alpha}$ -излучение, прибор PHL 5500 ESCA фирмы Physical Electronics). Фазовый состав полученных сплавов исследовали методом рентгеновской дифрактометрии ( $CuK_{\alpha}$ -излучение, прибор ДРОН-3М). Морфологию покрытий исследовали при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5300LV фирмы JEOL.

Содержание водорода в полученных катодных осадках определяли методом вакуумной экстракции (при температуре 450°C). Покрытия были нанесены на медную основу, при этом считали, что наводороживание меди пренебрежимо мало.

Электрокаталитические свойства в реакции выделения водорода исследовали в 1.0 М растворе гидроксида натрия. Перед проведением измерений раствор щелочи декарбонизировали по [8].

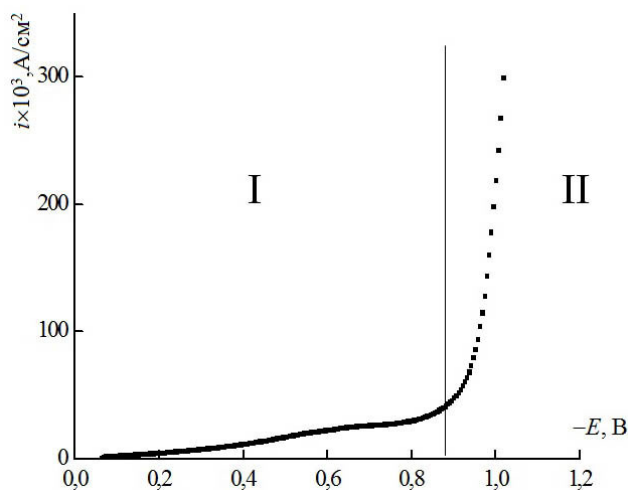
### Экспериментальные результаты и их обсуждение

Катодная поляризационная кривая, полученная в исследуемом растворе, состоит из двух участков (рис. 1). Электроосаждение сплава ме-

таллов становится возможным лишь при потенциалах отрицательнее  $\sim -0.90$  В. При менее отрицательных потенциалах электрода протекают лишь процессы выделения водорода и неполного восстановления соединения Fe(III) и Mo(VI).

При электродных потенциалах отрицательнее  $-0.95$  В железо и молибден включаются в катодный осадок в металлическом состоянии, а окисленные формы этих элементов обнаружены лишь на поверхности покрытия на глубине не более 20 нм. Характерно, что после достижения потенциала  $-0.95$  В процессы неполного восстановления практически прекращаются: даже после 1 часа электролиза в катодите не происходит образования окрашенных продуктов (рис. 2), что свидетельствует об отсутствии в нем соединений Mo(V) и Mo(III). Проведение качественной реакции с о-фенатролином показало практическое отсутствие в катодите соединений Fe(II). В тоже время, при электроосаждении сплава Fe-W, согласно литературным данным [9], реакция  $\text{Fe(III)} + e \rightarrow \text{Fe(II)}$  протекает с существенным выходом по току. Следовательно, кинетика катодных реакций при электрокристаллизации сплавов Fe-Mo и Fe-W различна.

Возможно, что эти различия связаны с разной адсорбируемостью соединений молибдена и вольфрама, частично блокирующих электродную поверхность, на катоде и, следовательно, с



**Рис. 1.** Потенциодинамическая катодная поляризационная кривая, полученная в аммиачно-цитратном электролите для осаждения сплава Fe-Mo. Основа – медь с предварительно нанесенным подслоем сплава ( $\delta \approx 1$  мкм).  $v = 5$  мВ/с. Вертикальная линия разделяет области в которой не происходит (I) и протекает электроосаждение сплава (II)

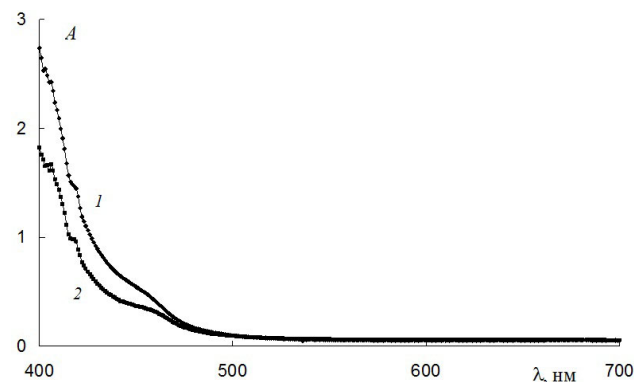
**Fig. 1.** Potentiodynamic cathodic polarization curve in ammonia-citrate solution for Fe-Mo alloy electrodeposition. The substrate is copper coated by Fe-Mo alloy ( $\delta \approx 1 \mu\text{m}$ ).  $v = 5$  mV/s. The vertical line divides plot into two regions. In region I the electrodeposition of alloy doesn't occur, in region II the electrodeposition takes place

различной скоростью разряда комплексов Fe(II), образующихся в приэлектродной области, до металла. Низкая скорость разряда цитратных комплексов двухвалентного железа до металла в случае осаждения сплава Fe-W, вероятно, приводит к тому, что возникает их диффузионный поток из приэлектродной области в объем католита.

В области потенциалов осаждения сплава отношение атомных долей железа и молибдена в катодном осадке мало зависит от электродного потенциала и составляет  $\sim 1.4$ .

Возможно, что такое отношение атомных долей Fe и Mo соответствует среднему химическому составу интермедиата, образующегося на поверхности катода в процессе совместного электроосаждения молибдена с металлами группы железа [4]. Независимость химического состава сплава от электродного потенциала, а, следовательно, и от катодной плотности тока, важна для практики: при электроосаждении сплава на поверхность сложнопрофилированных деталей состав сплава на их различных участках будет одинаковым.

При электролизе практически не происходит включения соединений углерода в состав катодного осадка (рис. 3). Большая часть зафиксированного методом РФЭС углерода на поверхности осадка соответствует органическим загрязнителям, адсорбированным из воздуха лаборатории во время экспозиции образца с нанесенным покрытием. После проведения ионного травления на глубину 60 нм и более количество углерода снижается до 0.2 ат.%. Это принципиально отличает процесс электроосаждения сплава Fe-Mo от электрокристаллизации хрома из растворов его трехвалентных соединений. В последнем случае как для формиатных [10], так и для оксалатных [11] электролитов в образующихся покрытиях обнаружено значительное количество карбидов хрома. Вероятно, различное



**Рис. 2.** Спектры поглощения католита: 1 – до проведения электролиза, 2 – после длительного электролиза ( $0.075$  А/см<sup>2</sup>, 1 час,  $V_{\text{кат}} = 150$  мл)

**Fig. 2.** Molecular absorption spectra of catholyte: 1 – before the electrolysis, 2 – after long-time electrolysis ( $0.075$  A/cm<sup>2</sup>, 1 hour,  $V_{\text{cat}} = 150$  ml)

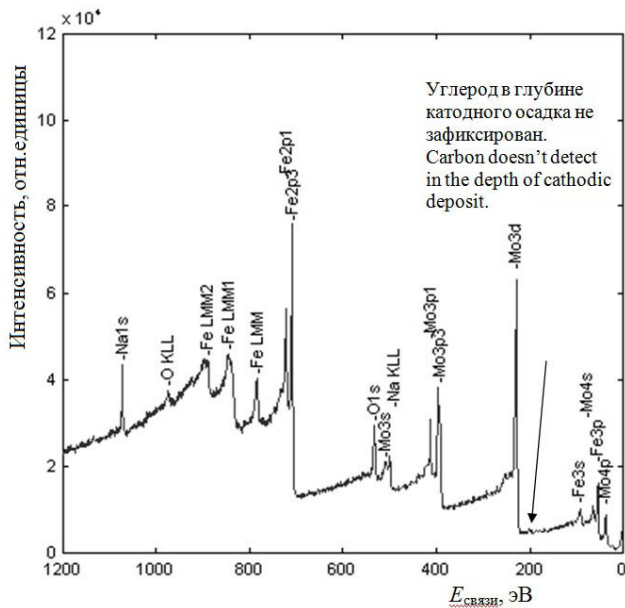


Рис. 3. Обзорный спектр РФЭС электролитического осадка Fe-Mo. Аналитическая глубина 40 нм

Fig. 3. Overview XPS spectrum of Fe-Mo deposit prepared by electrodeposition. Analytical depth – 40 nm

количество углерода в катодных осадках Fe-Mo и Cr связано с особенностями механизма их электроосаждения. Разряд кинетически инертных [12] комплексов Cr(III), по-видимому, происходит по мостиковому механизму [13], причем органический лиганд выполняет роль мостика, связывающего разряжающийся ион и электрод.

Диссоциация инертных координационных соединений Cr(III) происходит медленно, и продукты деструкции органического мостикового лиганда включаются в покрытие. Цитратные комплексы Fe(III) и Mo(VI), в отличие от Cr(III), лабильные, поэтому их диссоциация происходит быстро, и углерод практически не включается в состав катодного осадка.

Определение содержания водорода в покрытиях Fe-Mo, полученных из аммиачно-цитратных растворов, показало их существенное наводороживание при электроосаждении (табл. 1).

Высказано предположение [9], что именно значительное количество водорода, поглощаемое осадком в процессе его электрохимического полу-

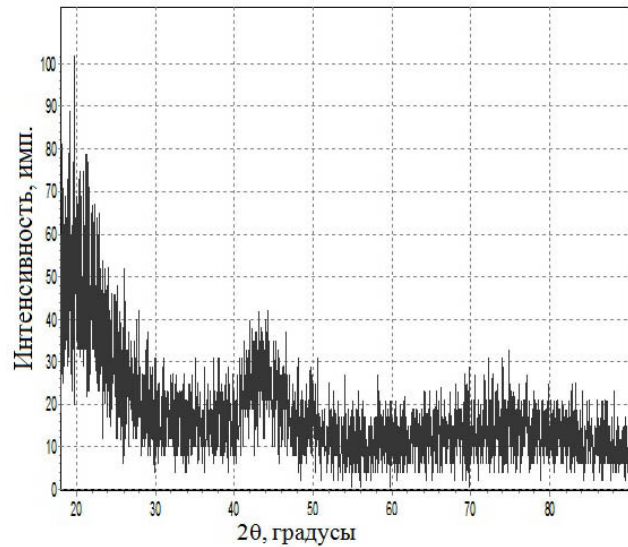


Рис. 4. Рентгеновская дифрактограмма сплава Fe-Mo, полученного электролизом

Fig.4. XRD pattern of Fe-Mo alloy prepared by electrolysis

чения, приводит к его аморфизации, которая обнаруживается экспериментально по данным рентгенофазового анализа (рис. 4). Однако возможно, что в роли аморфизатора выступает молибден, содержание которого в сплавах Fe-Mo, полученных из разработанного электролита достигает ~ 40 ат %.

Истинная площадь поверхности катодных осадков Fe-Mo была оценена по результатам измерения электрохимического импеданса в 0.5 М растворе сульфата натрия в потенциостатических условиях. Заданное при помощи потенциостата значение потенциала электрода с нанесенным сплавом Fe-Mo соответствовало потенциалу разомкнутой цепи (бестоковому потенциалу). Снятие импедансного спектра проводили в диапазоне частот переменного тока 10-10000 Гц. Наилучшим образом (погрешность аппроксимации < 3%) полученные данные соответствовали эквивалентной схеме, представленной на рис.5. Проведенные измерения показали существенное увеличение емкости межфазной границы (табл.2), а, соответственно, и истинной площади осадков железо-молибден в процессе электроосаждения.

Значения фактора шероховатости достигают 30 и сопоставимы с литературными данными для

Табл.1. Количество водорода в катодных осадках Fe-Mo ( $i$  0.075 A/cm<sup>2</sup>), ат.%.  
Tab. 1. The amount of hydrogen in cathodic deposits Fe-Mo ( $i$  0.075 A/cm<sup>2</sup>), at.%

Время электролиза, мин	Содержание водорода в покрытиях %	
	Сразу после электроосаждения	После хранения образцов в течение 1 года
5	16.1	4.8
10	10.7	5
20	6.2	16.1



Табл.2. Значения емкости С (рис. 5а) и фактора шероховатости осадков Fe-Mo  
Tab. 2. The capacitance C (fig. 5a) and roughness factor of Fe-Mo deposits

Время осаждения покрытия, мин	C, мкФ/см <sup>2</sup>	f
0 (непокрытый металлургический образец сплава Fe-Mo, 40 ат.% Mo)	91	1.0 (условно)
2	751	8.3
5	1930	21.2
10	2566	28.2
20	2888	31.7

сплавов молибдена и вольфрама с металлами группы железа, полученных электроосаждением [6,14].

Fe-Mo-катоде показали хорошую электрокаталитическую активность в реакции выделения водорода (РВВ) в 1.0 М NaOH, которая лишь немного меньше по сравнению с активностью осадков Co-Mo, полученных из аммиачно-цитратных электролитов (рис.6) [15]: катодное перенапряжение при  $i = 5 \text{ мА/см}^2$  составляет  $\sim -230 \text{ мВ}$ . Величина тока обмена, определенная по экстраполяции на нулевое перенапряжение, составила  $2.5 \times 10^{-6} \text{ А/см}^2$  видимой поверхности электрода. Такое значение тока обмена водородной реакции сопоставимо с данными для Fe-Mo-осадков, полученных из пирофосфатного электролита [6] и существенно превышает токи обмена водородной реакции на чистом железе в щелочных растворах ( $-6.3$  [16]). Следует отметить, однако, что в расчете

на истинную площадь электродного осадка электрокаталитическая активность существенно ниже.

Величина катодного тока в потенциостатических условиях не уменьшалась в течение, по крайней мере, 5 часов электролиза. Однако в процессе электролиза в щелочной среде происходило частичное растворение молибдена на поверхности электрода, о чем свидетельствовало накопление соединений Mo в катодите ( $1.1 \text{ мкг/мл Mo}$  за 5 часов электролиза,  $V_{\text{кат}} 100 \text{ мл}$ ). Несмотря на это, уменьшения токов выделения водорода в процессе длительного электролиза зафиксировано не было. Возможно, что частичное удаление молиб-

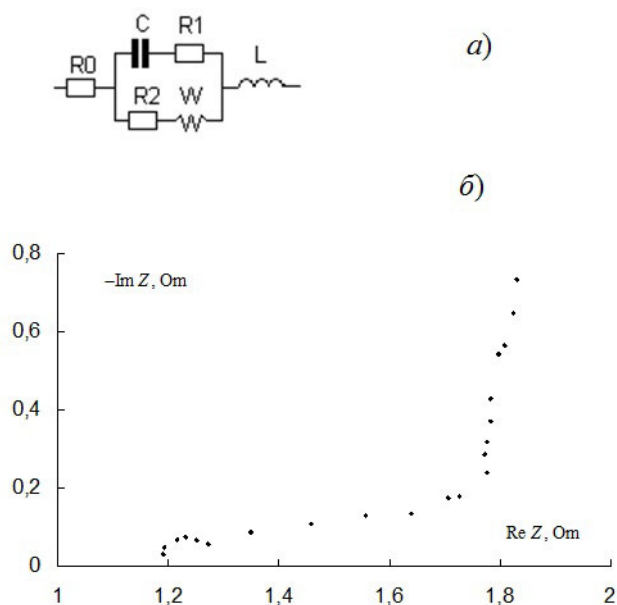


Рис. 5. Эквивалентная схема электрохимической ячейки (а) и типичный импедансный спектр (б).

Пояснения в тексте

Fig. 5. Equivalent circuit of electrochemical cell (a) and typical impedance spectrum (b). The explanations is in the text of paper

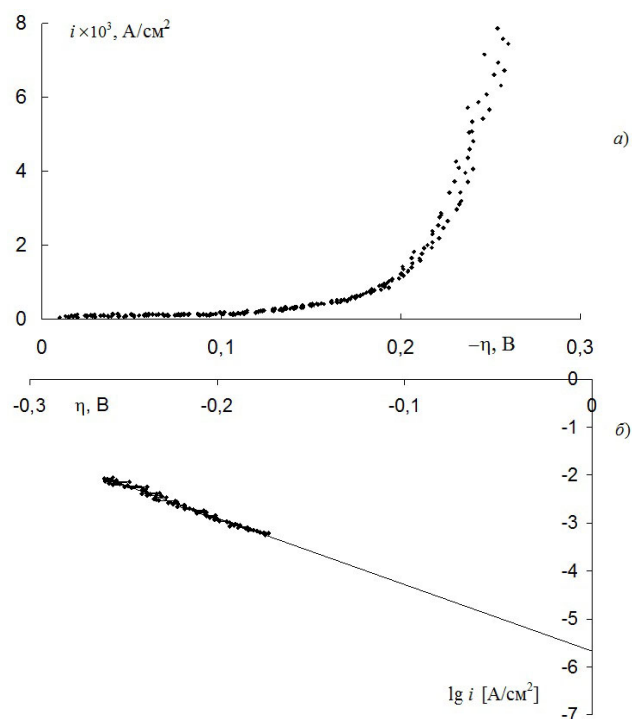


Рис. 6. Поляризационная кривая выделения водорода в 1.0 М растворе NaOH на Fe-Mo осадках. а) данные в координатах  $E - i$ , б) данные в полулогарифмических координатах, определение тока обмена.

Fig. 6. Polarization curve of hydrogen evolution reaction in 1.0 mol/l NaOH solution on Fe-Mo deposits: a) in  $E - i$  coordinates, b) in semi-logarithmic coordinates; the determination of current exchange density



дена с поверхности катода приводит к увеличению его истинной площади поверхности.

Действительно, для осадков Fe-Mo после их использования в качестве катодов фактор шероховатости, оцененный по данным измерения импеданса, составил ~ 100. Развитие площади поверхности электрода в таком случае компенсирует некоторое снижение удельной электрокаталитической активности. Перспективность использования таких систем для электрокатализа была показана в [17]. Однако вопрос об устойчивости железно-молибденовых катодов в процессе электролиза требует дальнейших исследований.

Экспериментально были определены условия формирования осадка Fe-Mo оптимального состава (моль/л):  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times 9\text{H}_2\text{O}$  – 0.10,  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  – 0.04, лимонная кислота – 0.28,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – 0.20; pH 3.0. Следует отметить, что после формирования осадки должны быть немедленно промыты проточной, а затем дистиллированной водой. В противном случае поверхность сплава очень быстро окисляется: появляются заметные пятна ржавчины. Однако, если быстро промыть и затем высушить образец, то он хранится в воздухе лаборатории без появления видимых очагов коррозии в течение не менее 3 месяцев.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Катодные осадки, полученные электроосаждением из аммиачно-цитратных растворов, перспективны в качестве катодного материала для электрохимического выделения водорода. Химическая однородность образующегося катодного осадка в различных точках поверхности обусловлена практической независимостью состава сплава от катодной плотности тока. Полученные покрытия Fe-Mo содержат в своем составе небольшие количества углерода. Покрытия сохраняют высокие каталитические свойства электродного материала в течение нескольких часов электролиза в щелочных растворах.

### **Литература**

1. Jakšić M.M. // *Electrochimica Acta*. 1984. V. 29, № 11, P. 1539-1550.
2. Elezović N.R., Jović V.D., Krstajić N.V.// *Electrochimica Acta*. 2005. V.50. P. 5594-5601.
3. Васько А.Т. Электрохимия молибдена и вольфрама. Киев. Наукова думка. 1977.
4. Podlaha E.J., Landolt D. // *Journal of Electrochemical Society*. 1997. V. 144. P. 1672-1680.
5. Gómez E., Pellicer E., Vallés E. // *J. Electroanal. Chem.* 2005. V. 580. P. 238-244.
6. Gómez E., Kipervaser Z.G., Vallés E. A. // *J. Electroanal. Chem.* 2003. V. 557. P. 9-18.
7. Павлова Н.В. Автореферат дисс....канд. хим. наук. Москва. 2009.

8. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Подловченко Б.И. и др. Практикум по электрохимии. М.: Высшая школа. 1991. 288 с.
9. Захаров Е.Н., Гамбург Ю.Д., Горюнов Г.Е., Ляхов Б.Ф. // *Электрохимия*. 2006. Т.42. С.993-998.
10. Danilov F.I., Protsenko V.S., Gordiienko V.O., Kwon S.C., Lee J.Y., Kim M. // *Applied Surface Science*, V. 257, Issue 18, 2011, P. 8048-8053.
11. Сафонов В. А., Выходцева Л. Н., Едигарян А. А., Алиев А. Д., Молодкина Е. Б., Данилов А. И., Лубнин Е. Н., Полукаров Ю. М. // *Электрохимия*. 2001. Т. 37. С. 148-156.
12. Кравцов В.И. Равновесие и кинетика электродных реакций комплексов металлов. Л.: Химия. 1985. 208 с.
13. Едигарян А.А., Полукаров Ю.М. // *Защита металлов*. 1998. Т.34. С.117-122.
14. Fan C., Piron D. L., Sled A., Paradis P. // *Journal of Electrochemical Society* 1994. V. 141. P. 382-387.
15. Кузнецов В.В., Калинкина А.А., Пшеничкина Т.В., Балабаев В.В. // *Электрохимия*. 2008. Т.44. С.1449-1457.
16. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. К.П.Мищенко и А.А.Равделя. Л.: Химия. 1974. С.141.
17. Luo B., Ren B., Xu Y., Zheng Y. // *Rare Metals*. 2007. V. 26. P. 205-212.

### **Сведения об авторах:**

**Кузнецов Виталий Владимирович** – доктор химических наук, доцент, кафедра общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, 125047, Миусская пл.,9; тел. (499)978-59-90; e-mail: gtech@muctr.ru

**Голянин Константин Евгеньевич** – аспирант

**Ляшенко Светлана Евгеньевна** – кандидат технических наук, доцент

**Ляхов Борис Федорович** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина, Москва, 119071, Ленинский проспект, 31. Тел.: (495)955-46-87.

### **Information about authors**

**Kuznetsov Vitaly V.** – Ph.D., D. Sc., associate professor of general and inorganic chemistry department of Mendeleev University of Chemical Technology, Moscow, Russia, 125047, Viusskaya Sq.,9. Tel.:(499)978-59-90; e-mail: gtech@muctr.ru

**Golyanin Konstantin E.** – post-graduate student

**Lyashenko Svetlana E.** – Ph. D., associate professor.

**Lyakhov Boris F.** – Ph. D., senior research worker of Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119071, Leninskii Pr., 31. Tel.: (495)955-46-87.

УДК 541.138.3

## Кислый или щелочной цинк-никель? Системное сравнение\*

Ральф Краус

### Electrodeposition of Zn-Ni? Comparison of acid alkaline bath

Ralf Kraus

**Ключевые слова:** сплавы цинк-никель, электроосаждение, слабокислые и щелочные электролиты, антикоррозионная защита, «кислый» и «щелочной» цинк-никелевый сплав, скорость осаждения, выход по току

Проводится сравнение процессов электроосаждения сплавов Zn-Ni (12-16% Ni) из слабокислых и щелочных электролитов. В этой статье сравниваются качества обоих типов электролитов (напр. скорость осаждения, выход по току, потери по металлу за счет затягивания металла, его распределения и вязкости), кроме того рассматриваются производственные затраты и стандартные области применения обоих процессов.

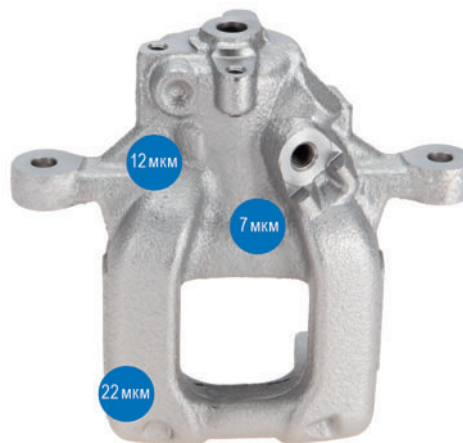
Уже в 80-х годах слабокислые электролиты, содержащие большое количество аммония, применялись для нанесения защитных антикоррозионных покрытий сплавом Zn-Ni на стальные или литые детали. Коррозионная стойкость этих покрытий, даже при очень высокой температуре, показывала лучшие результаты по сравнению с покрытиями других сплавов цинка в автомобильной промышленности. Благодаря этому сплав цинк-никель до сих пор используется в качестве анодного слоя антикоррозионной защиты стали. [1]

Применяемые электролиты со временем изменились только в соответствии с современными экологическими и техническими требованиями.

Так, присутствующие на сегодняшний день на рынке слабокислые электролиты не содержат, например, аммоний, затрудняющий очистку сточных вод. Вместо него в качестве буферного вещества применяется борная кислота или органические кислоты. Многостороннее положительное действие аммония на процесс осаждения сплава восполняется за счет добавления альтернативных комплексообразующих соединений.

#### Сравнительный обзор характеристик

Из-за плохой рассеивающей способности слабокислых электролитов на поверхности слож-



**Рис.1.** Подвесочная деталь и толщины цинк-никелевого покрытия из кислого электролита

но-профилированных деталей на подвесках имеет место сильная вариация толщины покрытий (рис.1). Это свойство, называемое «эффект собачьих костей» (дословный перевод с немецкого, означает чрезмерную толщину покрытия на выступающих частях деталей), встречается также и на больших барабанных деталях (рис.2). В этом случае особенно большие проблемы возникают при необходимости последующего деформирования деталей. На местах с повышенной толщиной может произойти разрушение покрытия.

\* Данная статья была впервые опубликована на немецком языке в журнале Womag, 02/2013, Германия.  
This article was published in journal Womag 02/2013.  
<http://www.womag-online.de/index.php/fachzeitschrift/archiv/2-13/online-ansicht-2-13>

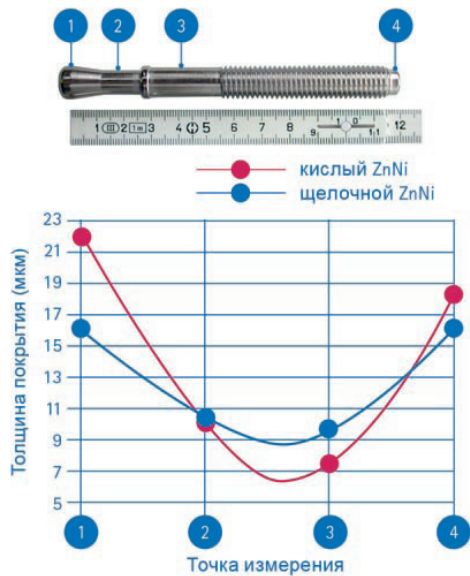


Рис. 2. Сравнительное распределение металла, осаждённого в барабане на деталях с большой поверхностью в кислом и щелочном электролитах

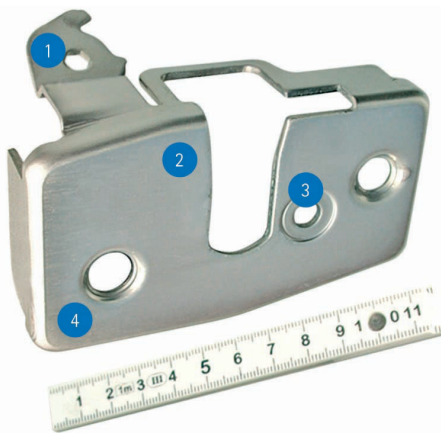


Рис. 3. Точки измерения на подвесочной детали с большой поверхностью

За счет высокой катодной поляризуемости при электроосаждении и снижения выхода по току с ростом плотности тока, щелочные электролиты обладают наилучшей рассеивающей способностью и обеспечивают наиболее равномерное по толщине распределение покрытий. По этой причине уже в 90-х годах щелочные цинк-никелевые электролиты усиленно разрабатывались и применялись в промышленности. Повторим, что эти электролиты обладают превосходным распределением покрытий по толщине (рис. 3 и 4), превышая все возможные ожидания. Кроме того он подходит для обработки деталей на подвесках с плотной загрузкой и высокой пропускной способностью (рис. 5).

Благодаря низкому содержанию металла в щелочных электролитах в сочетании со сравнительно низким выходом по току (рис. 6) время

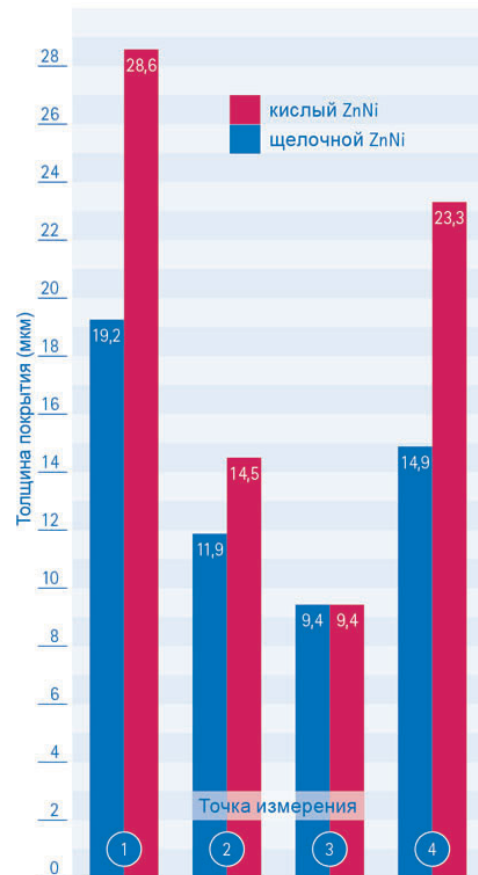


Рис. 4. Сравнительное распределение металла на подвесочной детали с большой поверхностью из кислого и щелочного электролитов



Рис. 5. Подвеска с большой пропускной способностью при осаждении из щелочного электролита



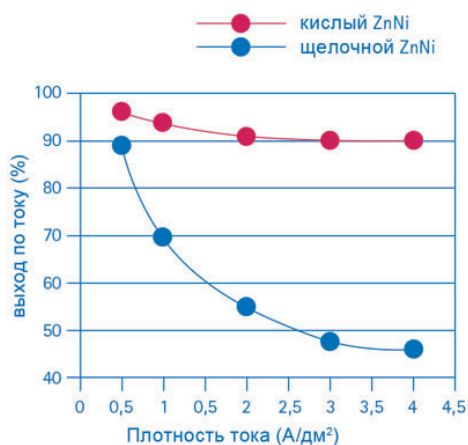


Рис. 6. Сравнение показаний выхода по току в зависимости от плотности тока в кислотном и щелочном электролитах

осаждения сплавов одной и той же толщины в щелочных электролитах значительно больше, чем в кислых.

При сравнении рабочих параметров электролитов обоих типов заметна довольно высокая доля комплексообразующих веществ (табл. 1). Это приводит к завышенной стоимости очистки сточных вод при обезвреживании или утилизации промывных вод и электролитов.

С финансово-технической стороны высокое содержание металла в кислотном электролите невыгодно из-за его потерь с электролитом, выносимым из ванны с деталями на подвесках или в барабане. Относительно применяемых плотностей тока на подвесках и в барабанах, заметной разницы между двумя электролитами не имеется.

В щелочных электролитах применяются нерастворимые никелевые аноды, в кислых используются растворимые цинковые и никелевые

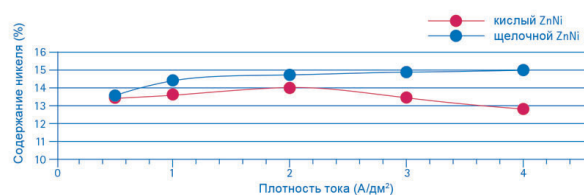


Рис. 7. Зависимость содержания никеля в сплавах от плотности тока, полученных в кислотном и щелочном электролитах

аноды, величина тока на которых регулируется отдельными выпрямителями.

В щелочных ваннах возможно добавление цинка при помощи химического растворения его кусочков в отдельном генераторе цинка. Никель вводится при помощи содержащего комплексообразующие соединения раствора сульфата никеля.

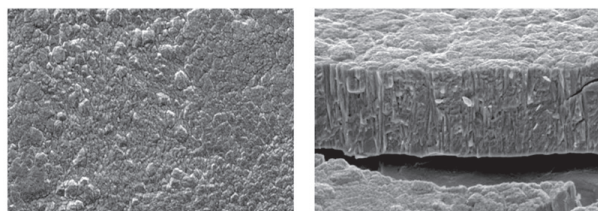
В процессе электроосаждения сплава в щелочном растворе неизбежно накапливается карбонат натрия. Происходит это из-за реакции диоксида углерода, содержащегося в воздухе, с раствором гидроксида натрия. Также возможно образование карбоната за счет окисления органических добавок на нерастворимых анодах. Для предотвращения падения выхода по току необходима постоянная очистка от карбоната при помощи вымораживателя.

Оба электролита обладают практически идентичным распределением состава сплава в соответствующем техническом интервале плотностей тока (рис. 7). Основным требованием для защиты от коррозии основного металла является осаждение цинк-никелевого покрытия с содержанием никеля 12-16%. Это соответствует гамма-фазе ( $Ni_5Zn_{21}$ ), что было доказано путем рентгеноструктурного анализа осадков, полученных из электролитов обоих видов [2, 3].

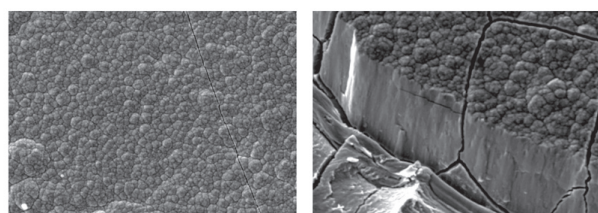
Табл. 1. Сравнение рабочих параметров электролитов

	Кислый ZnNi	Щелочной ZnNi
Zn (g/l)	25 – 35	6 – 12
Ni (g/l)	25 – 35	0,5 – 2
Основа	KCl	NaOH
Значение pH	5 – 5,5	14
Уровень комплексообразующих веществ	низкий	от среднего до высокого
Температура, °C	25 – 35	25 – 35
Плотность тока в барабанах: на подвесках:	0,5 – 0,75 1,5 – 3,0	0,5 – 0,75 1,5 – 3,0
Перемешивание	На подвесках – барботажи, в барабанах – перемешивание изделий	На подвесках – труба Вентури, в барабанах – перемешивание изделий
Особенности	Отдельные выпрямители для Zn- и Ni-анодов	Нужен вымораживатель карбонатов

Снимки, сделанные при помощи растрового электронного микроскопа (РЭМ), показывают у обоих электролитов типичную для цинк-никелевых слоев схожую друг с другом «почкообразную» топографию сравнимую по форме также с «цветной капустой» вместе с профильной структурой слоя (рис. 8 и 9).



**Рис.8.** РЭМ снимок цинк-никелевого слоя из кислого электролита



**Рис.9.** РЭМ снимок цинк-никелевого слоя из щелочного электролита

С точки зрения устойчивости к белой и красной коррозии цинк-никелевых покрытий с прозрачной пассивацией согласно DIN EN ISO 9227, оба электролита показывают практически одинаковые результаты коррозионных испытаний (рис. 10) согласно DIN 50979. [4] [5]



**Рис.10.** Сравнение показаний выхода по току в зависимости от плотности тока в кислом и щелочном электролитах

### Сравнение стоимостей

При сравнении различных возникающих затрат обоих процессов друг с другом становится очевидным, что они практически одинаковы (таб. 2). Следовательно, с финансово-технической стороны нет разницы в использовании одного из электролитов. При выборе процесса решающее значение имеют тип обрабатываемых деталей.

### Предпочтительная область применения

Щелочной тип электролита уже более двадцати лет с успехом применяется в производстве для покрытия в барабанах и на подвесках. Наиболее предпочтительной является обработка на подвесках по причине лучшего распределения металла и более однородного покрытия.

При обработке литых деталей, зачастую высокое содержание углерода на чугунной поверхности после травления и низкий выход по току в электролите, особенно при низких катодных плотностях тока, ведет к ухудшению образования центров кристаллизации в начальной стадии процесса (ухудшению «пусковой характеристики»). При этом начальный слой покрытия осаждается медленно и не полностью. В результате чего могут появляться непокрытые участки, особенно в труднодоступных отверстиях и выемках на деталях (рис. 11).

Намного лучше в данном случае подходит кислый электролит (рис. 12), применяемый, в основном, при обработке литых деталей на подвесках. В этом случае на «пусковые характеристики» процесса положительно сказываются высокий выход по току и слабокислый уровень pH.

Крепежные детали, покрываемые в барабанах, часто изготавливают из сталей с добавками легирующих элементов, таких как марганец, бор, кремний, сера, свинец и других, улучшающих технологические свойства сталей. Данные элементы снижают перенапряжение водорода, благодаря чему увеличивается выделение водорода при покрытии в щелочных электролитах, что в

Табл.2. Сравнение технических затрат обоих процессов

Сравнение стоимостей	Кислый ZnNi	Щелочной ZnNi
Обезвреживание	+	-
Потеря металла – рассеивание	-	+
Потеря металла – аноды	-	+
Стоимость хим. продуктов	+/-	+/-
Затраты на гальв. линию	+	-
Время осаждения	+	-
Завешивание деталей	-	+



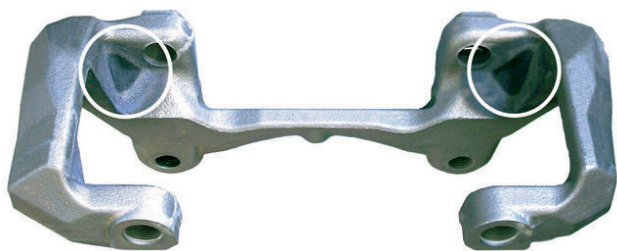


Рис.11. Литая деталь с непокрытыми участками сплавом цинк-никель в щелочном электролите



Рис.12. Литая деталь с полностью покрытой поверхностью сплавом цинк-никель в кислом электролите

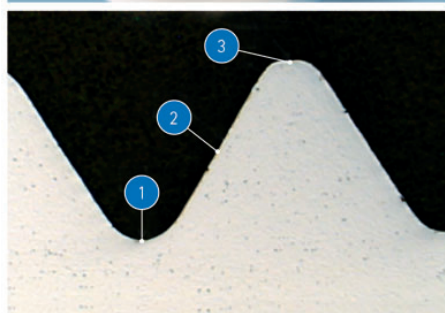
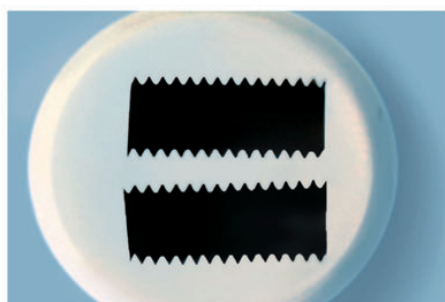
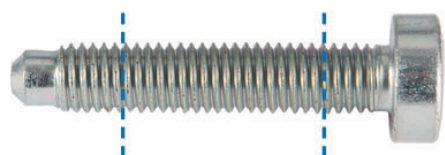


Рис.13. Распределение металла в области резьбы (средние значения в точках 1-3)

Электролит	1	2	3
Кислый Zn - Ni	3,4 мкм	3,1 мкм	3,0 мкм
Щелочной Zn - Ni	2,9 мкм	4,2 мкм	3,6 мкм

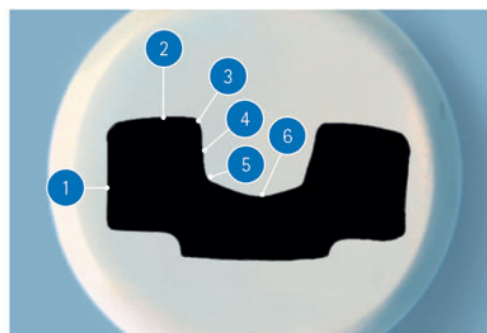


Рис.14. Распределение металла в области шлица (средние значения в точках 1-6)

Электролит	1	2	3	4	5	6
Кислый Zn - Ni	8,6 мкм	8,5 мкм	5,9 мкм	4,5 мкм	3,5 мкм	2,9 мкм
Щелочной Zn - Ni	7,4 мкм	7,8 мкм	6,4 мкм	5,7 мкм	3,3 мкм	3,2 мкм

свою очередь приводит к заметному осложнению в образовании центров кристаллизации цинк-никеля в начальной стадии электроосаждения, подобно тому, как это происходит на литых деталях. Специальная предварительная обработка может в данном случае оказаться полезной, но и при ее использовании не всегда достигается желаемый результат. Крепежные изделия из таких легированных материалов лучше покрывать в кислых растворах.

В рамках сравнительного эксперимента с винтом (M10, 10.9) в реальных условиях в барабанной линии проводился контроль распределения металла в области резьбы и шлица (рис. 13 и 14). Результаты показали, что в обоих типах электролитов присутствует достаточно хорошее распределение металла. Проблемы с точки зрения способности хода резьбы при завинчивании или во внутренней области шлица из-за плохого распределения металла отсутствуют. Следовательно, оба процесса подходят для покрытия крепежных элементов.

Выводы

Табл.3. Сравнение свойств покрытия и электролитов

Свойства покрытий	Кислый ZnNi	Щелочной ZnNi
Твердость	430 – 450 HV 0.1	410 – 430 HV 0.1
Коэффициент трения	0,25 – 0,30	0,25 – 0,30
Доля сплава	12 – 15 % Ni	12 – 15 % Ni
Температура плавления	> 700 °С	> 700 °С
Структура слоя	профильная	профильная
Вязкость	-	+
Сцепление покрытия	+	+
Антикоррозионная защита	++	++
Свойства электролита		
Равномерность состава сплава	+	+
Распределение металла покрытия (рассеивающая способность)	-	++
Выход по току	++	+
Скорость осаждения	++	+
«Пусковая характеристика»	+	-

Сравнение обоих процессов показывает, что в отношении свойств покрытия могут достигаться схожие результаты (табл. 3).

Сложности с зарождением центров кристаллизации в щелочных цинк-никелевых растворах при барабанной обработке специальных материалов и литых деталей могут привести к проблемам нанесения покрытия. Это привело к тому, что за последние годы заметно выросла рыночная доля кислых электролитов для осаждения сплава цинк-никель в барабанных установках и на литые детали.

Детали из «классической» листовой или трубной стали обрабатываются предпочтительно в щелочных электролитах по причине лучшего распределения металла покрытия цинк-никель.

Из-за отсутствия финансовых преимуществ одного процесса перед другим, оба процесса будут применяться в гальванике в зависимости от технологии изготовления и типа покрываемых деталей.

#### Список литературы:

1. Pfitz, R. Zink-Nickel-Legierungsabscheidung // Metalloberfläche. München: Carl Hanser Verlag, 1990, № 44, Heft 6, Seite 296.

2. Jelinek, T.W. Galvanische Verzinkung / Bad Saulgau: Eugen G. Leuze Verlag, 2003. - Seite 126.

3. Schade, C. Käzmann, H. Korrosionsschutz der Spitzenklasse – Galvanisch abgeschiedenes Zink-Nickel auf Eisenwerkstoffen // WOMag, WOTech Waldshut-Tiengen - 2013. - № 02, Seite 3.

4. DIN EN ISO 9227: Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären – Salzsprühnebelprüfungen // Beuth Verlag - 2012. - № 09.

5. DIN 50979: Metallische Überzüge – Galvanische Zink-und Zinklegierungsüberzüge auf Eisenwerkstoffen mit zusätzlichen Cr(VI) freien Behandlungen (Teil 1 und 2) // Beuth Verlag – 2008. - № 07.

#### Сведения об авторах

**Ральф Краус** - Dr. Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG, Гайслинген, Германия  
Talgraben 30, 73312 Geislingen/  
Steige, Telefon: +49 (0) 7331/205-142; Fax:  
+49(0)7331/205-122; E-mail: t.rys@schloetter.de;  
www.schloetter.de

УДК 620.197

## **Кроющая способность электролитов кадмирования**

**Смирнов К.Н., Кравченко Д.В., Архипов Е.А.**

**Ключевые слова:** покрытие, кадмий, бесцианидные электролиты, кроющая способность

Проведено исследование кроющей способности (КС) различных электролитов кадмирования. Установлено, что подавляющее большинство предлагаемых спра-вочной литературой бесцианидных электролитов кадмирования обладают крайне низкой кроющей способностью. Разработан сульфатно-аммонийный электролит с добавкой ЦКН-04, не уступающий по кроющей способности цианидному, который можно рекомендовать применяться для нанесения кадмиевых покрытий на слож-нопрофилированные детали.

## **Covering Power of Cadmium Plating Solutions**

**Smirnov K.N., Kravchenko D.V., Arkhipov E.A.**

**Key-words:** coating, CN-free baths, covering power

Various cadmium plating solutions were compared with respect to covering power which turned to be quite low for all non-cyanide baths. A new acid bath based on ammonium sulfate with a proprietary additive has been developed which has covering, power like cyanide bath has been developed.

### **Введение**

Несмотря на токсичность кадмия и его соединений, защитные покрытия кадмием востребованы во многих важных отраслях – космической, авиа-и кораблестроении, военной технике, ответственной автоматике и др. Востребованность кадмиевых покрытий обусловлена такими их уникальными свойствами, как высокая эластичность, способность к пайке после длительного хранения, хорошая защитная способность в сочетании с высокой коррозионной стойкостью по сравнению с цинковыми покрытиями, особенно в морском климате [1, 2].

Лучшими электролитами для нанесения кадмиевых покрытий считаются цианидные, однако их применение в современной промышленности ограничено наличием в составе сильнодействующего ядовитого вещества – цианистого

натрия. Поиски замены цианидных электролитов привели к появлению большого количества составов на основе как простых, так и на основе комплексных соединений кадмия. Подавляющее большинство альтернативных электролитов обладают крайне низкой кроющей способностью и пригодны лишь для нанесения покрытий на детали простой конфигурации.

Одним из наиболее перспективных для применения в промышленности бесцианистых электролитов кадмирования является сульфатно-аммонийно-уротропиновый электролит с диспергатором НФ [1]. Он позволяет осаждать гладкие светлые мелкокристаллические покрытия даже на сложнопрофилированные изделия, но имеет ряд недостатков: сложность состава; зависимость качества покрытия от качества диспергатора НФ;

плохая растворимость смачивателей ОП-7 или ОС-20, применяемых в этом электролите; темные покрытия в области низких плотностей тока.

Авторами разработан сульфатно-аммонийный электролит кадмирования с добавкой ЦКН-04, обладающий технологическими характеристиками, не уступающими цианидным электролитам.

В рамках работы по исследованию кроющей способности нами были выбраны для сравнения несколько известных по технической литературе электролитов кадмирования, в т.ч. рекомендуемых отраслевым стандартом ВИАМа. Основными критериями оценки электролитов являлись кроющая способность и внешний вид покрытия.

### Методика эксперимента

При изучении кроющей способности электролитов применялись две методики. По первой методике электроосаждение кадмия проводилось в ячейке Хулла на медные катоды пластины в течении 15 минут при 0,5А. В процессе электро-

осаждения при 0,5 А фиксировалось время образования сплошного слоя кадмия в области низких катодных плотностей тока; при 1 А визуально оценивался внешний вид покрытия.

По второй методике осаждение кадмия проводилось на стальную пластину шириной 20 и длиной 150 мм, согнутую поперек вдвое таким образом, чтобы внутренний зазор составлял 1,0 миллиметра. Режим осаждения: 1,0 А/дм<sup>2</sup>, время 15 мин. После осаждения покрытие подвергалось хроматной пассивации в растворе композиции ЦКН-23 в течение 20 секунд и высушивалась. Для осмотра пластина разгибалась; критерием оценки КС являлось процентное отношение площади внутренней поверхности образца, прокрытой кадмием к общей внутренней поверхности.

### Экспериментальная часть

Составы выбранных для исследования электролитов кадмирования приведены в табл.1.

Таблица 1.

Компонент Component	Электролит №, содержание компонента, г/л № of the bath; concentration of component, g/l								
	1 (ВИАМ)	2 [1]	3 [2]	4 [2]	5 [2]	6 [3]	7 [4]	8 .	9 .
Кадмий сернокислый CdSO <sub>4</sub>	45	50	-	90	-	100	-	40	40
Кадмий хлористый CdCl					60	-	40	-	-
Окись кадмия CdO	-	-	30	-	-	-	15	-	-
Цианид натрия NaCN	-	-	100	-	-	-	-	-	-
Натрий сернокислый Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	45	-	50	-	-	-	-	-	-
Серная кислота H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	45	-	-	-	-	-	-	-	-
Сернокислый аммоний (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	250	-	280	-	-	-	200	200
Хлористый аммоний NH <sub>4</sub> Cl	-	-	-	-	250	-	200	-	-
Хлористый натрий NaCl	-	-	-	-	30	30	-	-	-
Борная кислота H <sub>3</sub> BO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	20	20	-	-
Уротропин Gexo metylen amin	-	20	-	-	-	-	-	-	-
Трилон Б Sodium tetra acetate	-	20	-	-	-	-	-	-	-
ПЭПА	-	-	-	120	-	-	-	-	-
Никель сернокислый NiSO <sub>4</sub>	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Едкий натр NaOH	-	-	30	-	-	-	-	-	-
Клей столярный Glue	-	-	-	-	-	5	1	-	-
ОП-10: ОР-10	4	1	-	-	-	-	-	-	-
Диспергатор НФ Dispergator	-	20	-	-	20	-	-	-	-
Добавка ЦКН-04	-	-	-	-	-	-	-	-	10
pH	-	5	>10	8	4	5	5	4	4

Электролит № 8, №9 – разработанный электролит без добавки и с добавкой ЦКН-04 соответственно

Таблица 2.

Электролит, № Solution	КС		Внешний вид покрытия Appearance of the coating
	сек	%	
1	>300	5	Темно-серое матовое Dark grey, dull
2	15	71	Светлое полублестящее Light, semi bright
3	<3	92	Светлое полублестящее Light, semi bright
4	50	59	Светлое матовое Light, dull
5	35	46	Темно-серое матовое Dark grey, dull
6	150	9	Темно-серое матовое Dark grey, dull
7	40	39	Темно-серое матовое Dark grey, dull
8	120	20	Темно-серое матовое Dark grey, dull
9	<3	96	Светлое полублестящее Light, semi bright

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Полученные результаты показывают, что 1 и 6 имеют крайне низкую КС и не позволяют осаждать компактные покрытия кадмием при его средней толщине около 12 мкм. Электролиты 5 и 7 обладают средней КС, однако при толщине покрытия более 9 мкм качество его неудовлетворительно. Электролит 4 обладает средней КС, кадмиевое покрытие компактное, хотя и матовое. Электролит 2 позволяет получать светлые полублестящие покрытия при довольно высокой КС. Цианидный электролит (№ 3) имеет высокую КС, качество покрытия хорошее.

Предлагаемый сульфатно-аммонийный электролит без добавки уступает по технологическим характеристикам большинству бесцианидных электролитов. При введении в его состав добавки ЦКН-04 его кроющая способность несколько превосходит КС цианидного электролита кадмирования, а покрытия остаются светлыми и полублестящими даже при достижении толщины 12 мкм.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что кроющая способность и качество кадмиевого покрытия, осаждаемого из сульфатно-аммонийного электролита, определяются наличием добавки ЦКН-04, представляющей собой смесь продуктов конденсации гексаметилентетрамина и дихлорэтана.

### Литература

1. В.А.Ильин. Цинкование, кадмирование, лужение и свинцевание. Библиотечка гальванотехника, Л., «Машиностроение», 1977;

2. Ф.Ф. Ажогин и др. Гальванотехника. Справочник под ред. А.М.Гинберга, Москва, «Металлургия», 1987;

3. Я.В. Вайнер и др. Справочник по защитно-декоративным покрытиям под ред. Н.П.Федотьева, «Машгиз», Москва, Ленинград, 1951;

4. Справочник по электрохимии под ред. А.М.Сухотина, «Химия», Ленинград, 1981.

### Сведения об авторах

**Смирнов Кирилл Николаевич** – доцент, кафедра ТЭП, ФГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 125047, г. Москва, Миусская пл., д.9. Тел. 8-499-978-59-90; E-mail: gtech@muctr.ru

**Кравченко Дмитрий** - аспирант

**Архипов Евгений Андреевич** – генеральный директор, ООО Научно-производственное предприятие «СЭМ.М», Москва, 119049, ул.Крымский вал., 8; e-mail: npp-semm@yandex.ru , тел. 8 (495) 978-94-42

### Information about authors

**Smirnov Kirill N.** – Ass. Prof., Ph.D., Dept. of Electrochemical Technology, D.Mendeleev University Chemical Technology of Russia, Moscow, 125047, Miusskaya Sq., 9; Tel.: 8-499-978-59-90; E-mail: gtech@muctr.ru

**Kravchenko Dmitrii V.** – graduate student

**Arkhipov Evgenii A.** – general director, NPP "SEM.M", Moscow, 119049, Ul. Krymskii Val, 8; e-mail: npp-semm@yandex.ru , tel.: 8 (495) 978-94-42/



УДК 621.357

## Электрохимическое латунирование стали в ультразвуковом поле

Курило И.И., Черник А.А., Жарский И.М.,  
Михедова Е.В.

Ключевые слова: латунирование; глицератный электролит; ультразвуковое поле; выход по току

Изучены процессы электроосаждения сплава Cu-Zn на стальную основу в ультразвуковом поле. Показана возможность использования для латунирования стали глицератного электролита с добавкой аминоксодержащих ПАВ и аммиака (25 мас. %) в количестве 0,05–0,10 и 5–7 г/л, соответственно. Установлено, что в ультразвуковом поле с частотой 22 кГц и мощностью 1,0–1,2 Вт/см<sup>2</sup> можно в 5 раз интенсифицировать катодный процесс и получать при плотностях тока 7,5–10,0 А/дм<sup>2</sup> качественные покрытия, содержащие 65 мас.% меди.

## Electrochemical Brass Plating on Steel in Ultrasonic Field

Kurilo I.I., Chernik A.A., Zharskiy I.M., Mikhedova E.V.

Key words: brass plating; glycerate electrolyte; ultrasonic field; current efficiency

Brass coatings are applied as an intermediate layer in order to improve the adhesion of rubber to steel one of the methods to improve the processes of deposition of metals and their alloys is electrodeposition in the ultrasonic field. Studying of processes of electrochemical deposition of brass from alkaline glycerate electrolyte in ultrasonic field was the aim of this work. Influence of various chemical additives to base glycerate electrolyte has been investigated. The influence of current density (Figs.1-3) and intensity of ultrasonic field (Figs. 4,5) on the cathode and anode current efficiency, potential and quality of brass coating has been studied.

### Введение

Латунные покрытия применяются в качестве промежуточного слоя для лучшего сцепления стали с резиной перед гуммированием. Наибольшая прочность сцепления достигается при работе со сплавами, содержащими 68-73 мас.% меди [1]. Толщина латунных покрытий, применяемых при опрессовке изделий резиной, как правило, составляет 3-5 мкм. Наиболее качественные покрытия получают из цианидных электролитов латунирования, недостатками которых является токсичность и низкая скорость осаждения спла-

ва. Альтернативой этим электролитам могут служить полилигандные электролиты, содержащие глицерин и др. лиганды [2-4]. Возможность использования глицерина в качестве комплексообразователя в щелочных электролитах совместного электроосаждения меди и цинка обусловлена высокой устойчивостью глицератных комплексов Cu (II) в этих средах ( $\beta_{уст} = 10^{21}$  [5]). В отличие от ионов Cu (II) основной формой существования Zn (II) в щелочных растворах являются гидроксо-комплексы  $[Zn(OH)_4]^{2-}$  ( $\beta_{уст} = 5 \cdot 10^{17}$ ). При высоких значениях pH медь также частично может обра-

зовывать соответствующий комплекс  $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$  ( $\beta_{\text{уст}} = 2,5 \cdot 10^{16}$ ) [6]. К достоинствам глицератных электролитов латунирования можно отнести их относительно низкую стоимость, простоту в эксплуатации, доступность и нетоксичность компонентов, широкий интервал рабочих температур. К недостаткам г - невысокую скорость процесса осаждения (1,5-2,5 А/дм<sup>2</sup>).

Современными методами интенсификации процессов осаждения металлов и их сплавов является электроосаждение в ультразвуковом (УЗ) поле. Положительное воздействие УЗ на электрохимические процессы в первую очередь связано с кавитационными явлениями и чрезвычайно интенсивным перемешиванием [7,8].

Целью работы было изучение процесса электроосаждения сплава медь-цинк на стальную основу из щелочного глицератного электролита в ультразвуковом поле.

### Методика эксперимента

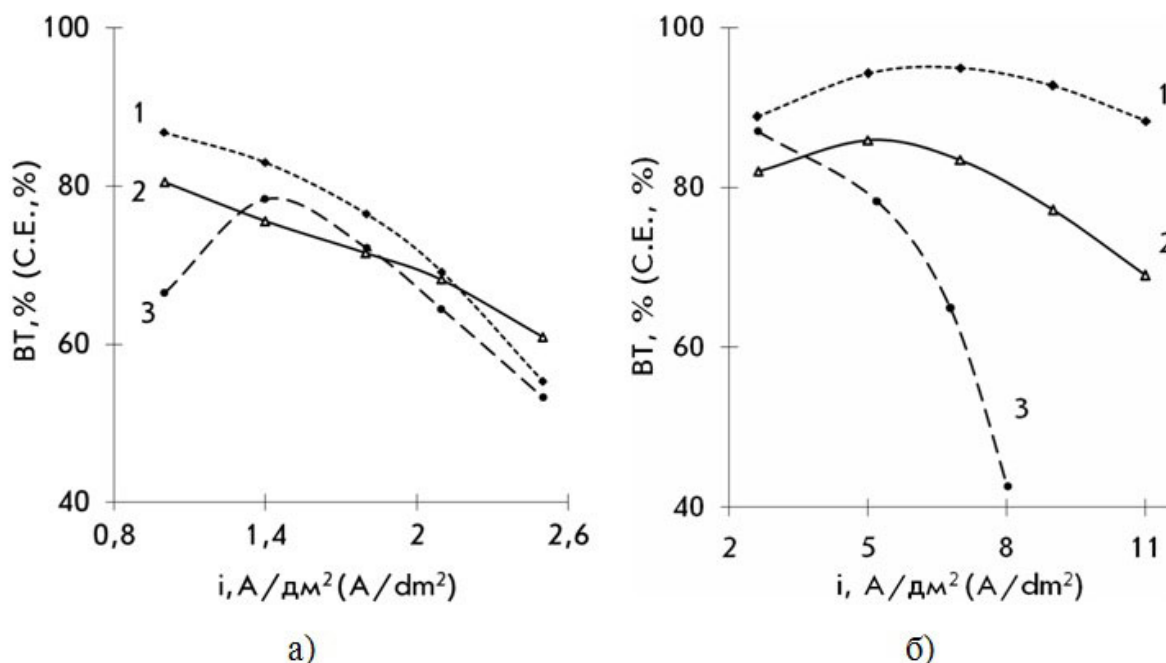
В качестве объекта исследования был выбран глицератный электролит состава, г/л [4]:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  30,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  15,  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  60,  $\text{NaOH}$  150, в который вводили различные стабилизирующие добавки. Для приготовления электролита использовали реактивы марки х.ч. Катодом служили пластины, изготовленные из стали марки сталь 3, анодом - латунь марки Л73. Предвари-

тельную подготовку образцов проводили согласно ГОСТ 9.305-84. Электроосаждение проводили в ультразвуковой гальванической ванне с донным расположением ультразвуковых излучателей. Частота УЗ-колебаний составляла 22 кГц, мощность - от 0,45 до 1,70 Вт/см<sup>2</sup>.

Содержание ионов меди и цинка в растворе определяли по данным титриметрического и фотоколориметрического анализа. Элементный состав покрытий определяли методом EDX на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-5610 LV, оснащенный системой химического микрорентгеноспектрального анализа EDX JED-2201 с точностью до 0,5%, проводилось усреднение химического состава в не менее чем 10 точках на поверхности образца; распределение металлов по поверхности равномерное. Пористость полученных латунных покрытий определялась согласно ГОСТ 9.302-88 методом наложения фильтровальной бумаги. Адгезию покрытий к стальной основе определяли в соответствие с ГОСТ 9.302-88 методом нагрева.

### Результаты и их обсуждение

Тестирование глицератного электролита латунирования в отсутствие стабилизирующих добавок в ячейке Хулла показало, что в стационарных условиях электролиза гладкие мелкокристаллические полублестящие осадки образуются



**Рис.1.** Зависимость выхода по току латуни от плотности тока при латунировании в стационарных условиях (а) и в УЗ-поле (б):

1. – электролит с добавкой первичного амина; 2. – электролит с добавкой уротропина; 3. – электролит с добавкой аммиака

**Fig.1.** C.E. of brass vs. C.D. at brass plating in stationary conditions (a) and in ultrasonic field (б): 1. – solution with additive of primary amine; 2. – solution with additive of urotropine; 3. – solution with additive of ammonia

в области плотностей тока  $0,5-1,5 \text{ А/дм}^2$ . Полученные латунные покрытия содержат 64-73 мас.% Cu и обладают хорошей адгезией к резине, однако через 100-120 (А·ч)/л работы в объеме электролита наблюдается образование дисперсного оксида меди (I), что приводит к выходу электролита из строя. При наложении УЗ-поля электрохимическая устойчивость электролита снижается более чем в два раза, что объясняется коагулирующим воздействием УЗ на электролит [7].

С целью увеличения ресурса работы глицератного электролита было изучено влияние различных стабилизирующих добавок на выход по току сплава и качество получаемых покрытий. Лучшие результаты были получены при использовании электролитов, содержащих добавки уротропина и первичных аминов. Введение в глицератный электролит этих добавок позволило существенно увеличить его ресурс работы и несколько расширить диапазон рабочих плотностей тока до  $2,5 \text{ А/дм}^2$ . При этом максимальный катодный выход по току сплава составлял 65-85% (рис. 1а). При более высоких плотностях тока медь восстанавливается на предельном диффузионном токе, что приводит к образованию порошкообразного осадка. Желтая латунь была получена в электролите с аминоксодержащей органической добавкой в интервале плотностей тока  $1,5-2,0 \text{ А/дм}^2$ .

При электролизе в УЗ-поле диапазон рабочих плотностей тока, позволяющих получать латунные покрытия хорошего качества, увеличивается до  $12 \text{ А/дм}^2$ , а максимальный выход по току сплава достигают 85-95% (рис. 1б). По-видимому, в условиях режима кавитации (мощность УЗ поля более  $1 \text{ Вт/см}^2$ ) перемешивающее действие УЗ-колебаний усиливается, приводя к уменьшению толщины диффузионного слоя, которая в стационарных условиях составляет около 100 мкм, в докавитационном режиме сокращается до 3-4 мкм, а в кавитационном – до 1,6 мкм [7]. При таких значениях толщины диффузионного слоя обеспечивается высокая скорость переноса вещества к поверхности электрода, а, следовательно, существенное увеличение допустимой плотности тока при получении качественного латунного покрытия и наблюдается более равномерное распределение покрытия по толщине на поверхности стального электрода.

Как следует из представленных данных (рис. 1б) добавка к электролиту латунирования аминоксодержащих органических веществ обеспечивает получение покрытий с более высоким выходом по току (85-95%), по сравнению с другими исследованными электролитами, во всем интервале рабочих плотностей тока. Это можно объяснить устойчивостью поверхностно-активных ве-

ществ к длительному УЗ воздействию и высоким плотностям тока.

В процессе латунирования в УЗ-поле во всех исследованных электролитах наблюдается некоторое увеличение концентрации меди и снижение содержания цинка в объеме раствора. Изменение состава электролита обусловлено несоответствием анодного и катодного выходов по току компонентов сплава, а также несоответствием состава анодов соотношению компонентов медь-цинк в полученном сплаве. Минимальное отклонение состава электролита от первоначального наблюдается в случае использования электролита с добавкой аммиака.

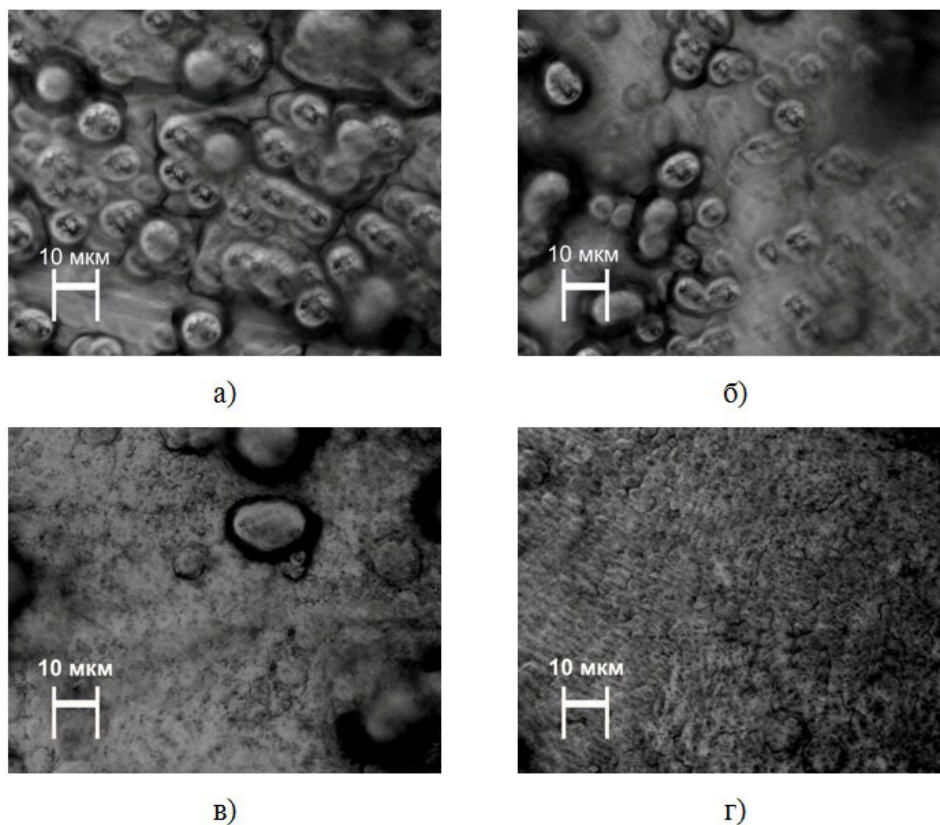
Согласно данным EDX, для всех исследуемых электролитов при повышении плотности тока в УЗ поле относительное содержание меди в осаждаемом сплаве уменьшается от 85 до 65 мас.%. При этом покрытие меняет цвет от насыщенного розового (при  $i \approx 2,5 \text{ А/дм}^2$ ) до бело-розового (при  $i \approx 7,5 \text{ А/дм}^2$ ). Желтая латунь (содержание меди составляло 65-73%) была получена в электролите с добавкой первичного амина в интервале плотностей тока  $7,5-10,0 \text{ А/дм}^2$ .

Латунные покрытия, осажденные в диапазоне плотностей тока, обеспечивающих получение качественных осадков необходимого состава при наложении УЗ, характеризуются более низкой пористостью и повышенным блеском, являются более мелкокристаллическими, по сравнению с покрытиями, полученными в стационарных условиях (рис. 2). Это, по всей видимости, связано с облегчением удаления водорода с поверхности катода в условиях УЗ обработки [7].

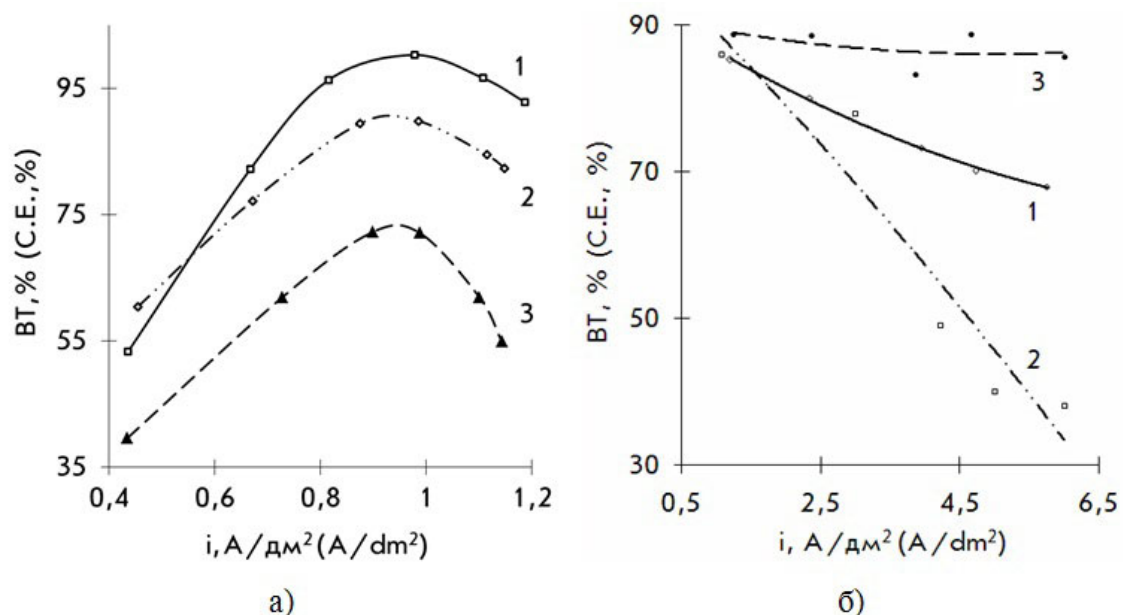
Следует отметить, что увеличение плотности тока приводит к уменьшению размеров кристаллитов сплава как в стационарном режиме, так и при наложении УЗ.

Зависимость анодного выхода по току латуни от плотности тока в процессе получения сплава медь-цинк в стационарных условиях и в УЗ поле представлены на рис. 3. При увеличении анодной плотности тока в электролитах, содержащих добавки первичного амина и уротропина, наблюдается уменьшение анодного выхода по току, что, возможно, объясняется недостатком в приэлектродной области лигандов, необходимых для образования комплексных ионов меди и цинка, приводящее к частичной пассивации анода. Наиболее равномерное растворение анодов во всем интервале рабочих плотностей тока наблюдается в электролите, содержащем первичный амин.

Изучение влияния стабилизирующих добавок на ресурс работы электролита показало, что в УЗ-поле с частотой 22 кГц и мощностью  $1 \text{ Вт/см}^2$  при пропускании  $75 \text{ (А·ч)/дм}^2$  электричества



**Рис.2.** Микрофотографии латунного покрытия, полученного из электролита с добавками первичного амина и аммиака в стационарных условиях (а, б) и с наложением УЗ поля (в, г) при различных плотностях тока ( $A/dm^2$ ): а) – 1,5; б) – 2,2; в) – 6,0; г) – 7,5  
**Fig.2.** Micrographs of the brass coating obtained from solution with additive of primary amine and ammonia in stationary conditions (а, б) and with the imposition of ultrasonic field (в, г) at different current densities ( $A/dm^2$ ): а) – 1,5; б) – 2,2; в) – 6,0; г) – 7,5



**Рис.3.** Зависимость анодного выхода по току латуни в стационарных условиях (а) и в УЗ поле (б) от плотности тока: 1. – электролит с добавкой первичного амина; 2. – электролит с добавкой уротропина; 3. – электролит с добавкой аммиака.

**Fig.3.** Anodic C.E. of brass in stationary condition (а) and in ultrasonic field (б) vs. current density: 1. – solution with additive of primary amine; 2. – solution with additive of urotropine; 3. – solution with additive of ammonia



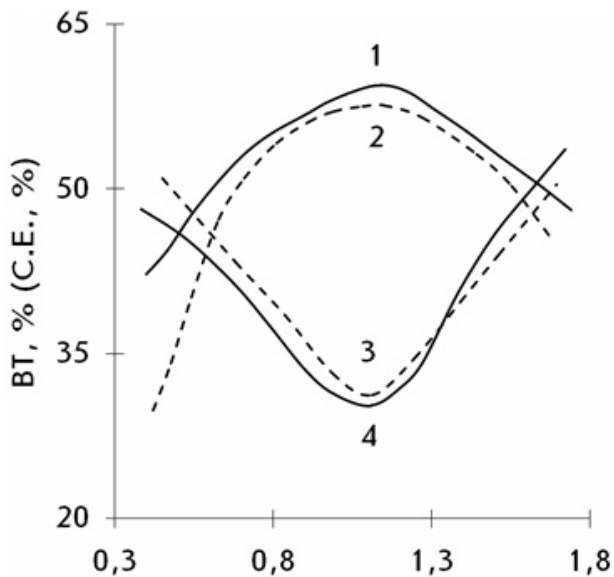


Рис.4. Зависимость выходов по току меди и цинка от мощности УЗ-поля:

1, 2. – ВТ цинка, 3, 4. – ВТ меди; 1, 3. – электролит с добавкой первичного амина, 2, 4. – электролит с добавкой первичного амина и аммиака

Fig.4. C. E. of copper and zinc vs. of ultrasonic field capacity: 1, 2. – C.E. of zinc, 3, 4. – C.E. of copper; 1, 3. – solution with additive of primary amine, 2, 4. – solution with additive of primary amine and ammonia

в электролите с добавкой уротропина наблюдалось образование дисперсной фазы оксида меди (I). Электролиты с добавками аминоксодержащих ПАВ и аммиака при этих режимах эксплуатации работали стабильно. Так как наиболее качественные покрытия также были получены в электролитах, содержащих первичные амины и аммиак, изучение влияния параметров УЗ поля на процесс латунирования проводили в аминоксодержащем электролите, а также в электролите, содержащем первичный амин и аммиак одновременно.

В процессе электролиза при плотности тока  $7,5 \text{ А/дм}^2$  при увеличении мощности УЗ-поля от  $0,45$  до  $1,70 \text{ Вт/см}^2$  наблюдается экстремальная зависимость катодных выходов по току меди и цинка (рис. 4), что соответствует изменению катодного потенциала (рис. 5) и, соответственно, содержанию компонентов в сплаве.

Экстремум на кривых соответствует мощности  $1,0\text{--}1,2 \text{ Вт/см}^2$ , что является пределом докавитационного периода, в котором наблюдается интенсивное перемешивание раствора за счет увеличения скорости движения пузырьков до  $100\text{--}120 \text{ см/с}$  (ламинарное движение) [7,8]. При проведении электролиза в УЗ-поле мощностью от  $0,45$  до  $1 \text{ Вт/см}^2$  выход по току меди увеличивается, а цинка уменьшается.

При наложении УЗ-колебаний с мощностью более  $1,0\text{--}1,2 \text{ Вт/см}^2$  наблюдается кавитационный

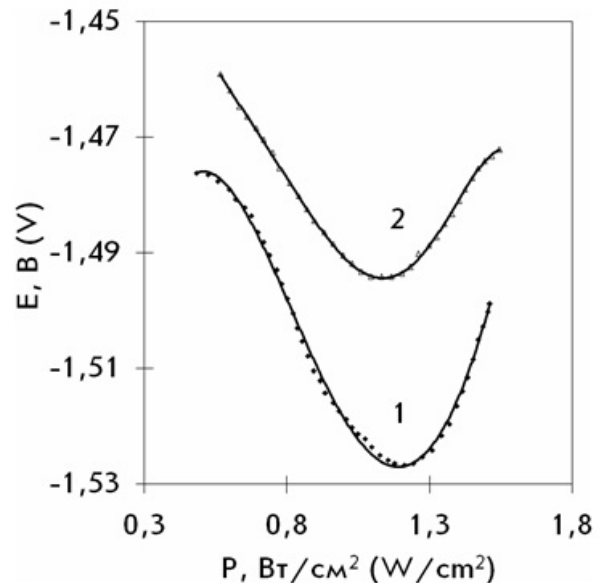


Рис.5. Зависимость катодного потенциала от мощности УЗ-поля:

1. – электролит с добавкой первичного амина; 2. – электролит с добавкой первичного амина и аммиака

Fig.5. Cathodic potential vs ultrasonic field capacity:

1. – solution with additive of primary amine; 2. – solution with additive of primary amine and ammonia

режим. При этом происходит энергичное перемешивание электролита за счет сильных течений («звуковой ветер»), ударных волн и микротоков, возникающих при захлопывании кавитационных пузырьков [7]. В интервале мощностей УЗ поля от  $1,2$  до  $1,7 \text{ Вт/см}^2$  наблюдается снижение выхода по току меди и, собственно, ее содержания в осаждаемом сплаве. Такое различное влияние УЗ поля на процессы разряда меди и цинка, по-видимому, объясняется различной устойчивостью к УЗ воздействию их комплексных соединений. При введении в электролит добавки аммиака наблюдается некоторое сглаживание пиков на полученных кривых (рис. 3,4).

В процессе электролиза на кривой зависимости анодного потенциала от мощности УЗ-поля также наблюдается экстремум, что, возможно, связано с селективным растворением компонентов анода.

Изменением состава сплавов, полученных в процессе латунирования при наложении УЗ-поля, можно объяснить изменение плотности и микротвердости сплава, которые также имеют экстремальную зависимость при увеличении мощности УЗ-поля от  $0,45$  до  $1,70 \text{ Вт/см}^2$ . Установлено, что при плотности тока  $7,5 \text{ А/дм}^2$  в УЗ-поле мощностью  $1,12 \text{ Вт/см}^2$  на катоде формируются осадки, содержащие  $65 \text{ масс.}\%$  меди. Плотность полученных сплавов составляет  $8,4 \text{ г/см}^3$ , микротвердость –  $265 \text{ кгс/мм}^2$ .

Адгезию латунных покрытий к стальной основе марки сталь 3 определяли методом нагрева согласно ГОСТ 9.302-88. Все образцы прошли испытания. Вздутий и отслаивания на образцах обнаружено не было.

Таким образом, проведенные исследования показали, что процесс УЗ-латунирования из глицератных электролитов целесообразно проводить с добавкой аминоксодержащих ПАВ и аммиака (25% масс.). Введение этих добавок обеспечивает стабильную работу электролита, увеличение ресурса его работы, а также получение качественных покрытий с хорошей адгезией к резине. Наложение УЗ поля мощностью 1,0–1,2 Вт/см<sup>2</sup> позволяет в 5 раз интенсифицировать процесс латунирования и получать качественные покрытия при плотностях тока 7,5–10,0 А/дм<sup>2</sup>.

### *Литература*

1. Прикладная электрохимия / Под ред. А.П. Томилова. М.: Химия, – 1984. – 520 с.
2. Мельников П.С. Справочник по гальванопокрытиям в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1991. – 237 с.
3. Поветкин В.В., Иванова Т.И., Исмагилова А.В. Латунирование из трилонатных электролитов. // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции. Т.3; отв. ред. О.Ф. Данилова. – Тюмень: ТюмГНТУ, 2011. – С. 256.
4. Блинов В.М., Трофименко В.В., Лошкарев Ю.М. Электролит латунирования // Авторское свидетельство СССР №981458. 1982. Бюл. № 21.
5. Капица М.С., Иванова Н.П., Жарский И.М. Технология производства печатных плат: учеб. пособие по одноименному курсу для студентов специальности 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств». – Мн.: БГТУ, 2005. – 396 с.

6. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с.

7. Гинберг А.М., Федотова Н.Я. Ультразвук в гальванотехнике. М.: Металлургия, 1969. – 208 с.

8. Кардашев Г.А. Физические методы интенсификации процессов химических производств. М.: Химия, 1990. – 208 с.

### *Сведения об авторах:*

**Курило Ирина Иосифовна**, доцент, к.х.н., кафедра общей и неорганической химии, Белорусский государственный технологический университет, 220050, Минск, ул. Свердлова, 13а. тел.:(37517)-227-72-50. E-mail: september@tut.by

**Черник Александр Александрович**, доцент, к.х.н., кафедра химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники, тел.:(37517)-226-02-82.

**Жарский Иван Михайлович**, профессор, ректор, тел.:(37517)-226-02-82.

**Михедова Елена Викторовна**, аспирант, тел.:(37517)-226-02-82. E-mail: mihedka@mail.ru

### *Information about authors*

**Kurilo Irina I.**, PhD, Ass. Prof., Dept. of general and inorganic chemistry, Belorussian State Technological University, 220050, Minsk, Sverdlova str. 13a. phone.:(37517)-227-72-50. E-mail: september@tut.by

**Chernik Alexander A.**, PhD, Ass. Prof., Dept. of chemistry, electrochemical eng. and materials for electronics, phone.:(37517)-226-02-82.

**Zharski Ivan M.**, Professor, Rector, phone.:(37517)-226-02-82.

**Mihedova Elena V.**, post graduate student, phone.:(37517)-226-02-82. E-mail: mihedka@mail.ru



**ЭЛМА**  
торговый дом

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ  
БЫСТРО И КАЧЕСТВЕННО**



тел.: +7 (812) 490-75-03, +7 (812) 921-48-02

[info@td-elma.ru](mailto:info@td-elma.ru)

[www.td-elma.ru](http://www.td-elma.ru)



УДК 621.7.029:621.794.62

## **Низкотемпературные растворы кристаллического фосфатирования**

**Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Папиоров Р.В.,  
Стяжкина М.И.**

**Ключевые слова:** фосфатирование, защитная способность; конверсионные покрытия; низкотемпературное фосфатирование

Разработаны низкотемпературные растворы адгезионного и противокоррозионного фосфатирования, позволяющие осаждать при температуре 20-30°C, противокоррозионные фосфатные покрытия массой 4÷4,5 г/м<sup>2</sup>, которые могут быть использованы в сочетании с масляной или другой ингибирующей пропиткой для защиты от коррозии металлической основы, и адгезионные фосфатные покрытия массой 2,0÷3,5 г/м<sup>2</sup> для защиты от коррозии в сочетании с ЛКП.

## **Low-temperature solutions for crystalline phosphating**

**Abrashov A.A., Grigoryan N.S., Vagramyan T.A., Papirova R.V.,  
Styazhkina M.I.**

**Key words:** crystalline phosphating; protection ability, low temperature phosphating

In order to reduce temperature and toxicity of phosphating solutions used for adhesion and protective treatment nickel ions were replaced by cerium ones and hydroxyl amine was added as an accelerator. Adhesion phosphate layers with maximum protective ability (90 sec) were shown to form at cerium concentration 30 to 50 mg/l (Fig.1). In "KF-7" protective phosphating solution the layers of 6 g/m<sup>2</sup> are formed over the concentration range of cerium 40 to 90 mg/l and Akimov's protective ability (ЗСА) is three times higher than in nickel-containing solution (160 sec against 45 sec). An appreciable worsening of protective ability is observed at lower temperature (30 degree C) in both solutions, while the mass of the phosphate layer is still within acceptable limits and is about 5 g/m<sup>2</sup> in the protective solution and about 2 g/m<sup>2</sup> in the adhesion solution (Fig.3). Layers of low quality with bad protective power are formed at room temperature - 5 and 14 sec. respectively. As it follows from the kinetic curves, formation of the phosphate layer (3 min for adhesion phosphating and 10 min for protective phosphating) within the prescribed time is completed only at temperatures above 40 deg. C and it is confirmed by the stabilization of the mass of the phosphate layer in the course of the process (Fig. 4). At lower temperatures the formation of the layer is not completed within the time shown above. Electron microscope photos show that in the presence of hydroxyl amine tightly packed layers should form with smaller grain size and denser packing and this effect manifests itself in the increasing protective ability (Fig. 5). Cyclic corrosion tests have shown (Fig. 6) that with respect to the protective ability all phosphate coatings tested meet the requirements since the penetration width of corrosion in all cases was less than 2.0 mm after 240 hr tests.

### Введение

Кристаллические фосфатные покрытия широко используются в качестве адгезионного подслоя под лакокрасочные покрытия, а также как самостоятельные антикоррозионные покрытия в сочетании с маслами или др. ингибирующими пропитками [1]. Известные отечественные и импортные технологии кристаллического фосфатирования имеют такие недостатки, как высокая энергоёмкость, обусловленная высокими рабочими температурами процессов – 55–90 °С, и содержание в составе фосфатирующих растворов токсичных ионов никеля.

В связи с ужесточением в последние годы экологических и экономических требований к технологиям нанесения гальванических покрытий, включая и технологии фосфатирования, снижение токсичности и рабочих температур растворов кристаллического фосфатирования является актуальной научно-прикладной задачей.

С учетом изложенного целью настоящей работы являлась разработка растворов кристаллического фосфатирования, не содержащих ионов никеля и работающих при сниженных температурах.

### Методика эксперимента

Для приготовления фосфатирующих растворов применяли реактивы квалификации "ч" и дистиллированную воду. Фосфатные покрытия наносили на пластины холоднокатаной стали марки 08пс, широко используемой в автомобилестроении и других отраслях промышленности.

Подготовка стальных образцов перед фосфатированием включала обезжиривание в растворе композиции КМ-25 (20 г/л) и активацию в растворе промышленного активатора АФ-4 (1 г/л).

Массу фосфатного слоя ( $m_{\text{ф}}$ ) и массу стравившегося металла основы ( $m_{\text{стр}}$ ) определяли гравиметрически согласно ГОСТ 9.402–80 (п. 5).

Свободную и общую кислотность, содержание ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{NO}_3^-$  определяли по ГОСТ 9.402–80 (приложение 8) кислотно-основным, трилонометрическим и перманганатометрическим титрованием соответственно [2].

Для ускоренной оценки защитной способности фосфатных покрытий (ЗСА) использовали капельный метод в соответствии с ГОСТ 9.302–88 (п. 6) с применением реактива Акимова – раствора на основе сульфата меди [3].

Исследование морфологии поверхности получаемых осадков, а также оценку размеров кристаллитов покрытия и их состава проводили при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5300LV с приставкой для рентгеновского микроанализа Link (Oxford).

Коррозионные испытания адгезионных фосфатных покрытий с катафорезным грунтом мар-

ки РРJ или порошковой полиэфирной краской ARSONSISI, проводили в камере соляного тумана Ascott S120iP в соответствии с международным стандартом ASTM B117, принятым в автомобильной промышленности, и в соответствии с ГОСТ 9.401–91. Метод заключается в циклическом чередовании воздействия агрессивной среды (5% NaCl), тропической атмосферы и условий внутри помещения.

Адгезия покрытий определялась с помощью тестера адгезии Elcometer 107 методом поперечных насечек в соответствии с международным стандартом ASTM D3359.

### Экспериментальные результаты и их обсуждение

В настоящее время для нанесения кристаллических фосфатных покрытий в практике чаще всего используют отечественные растворы КФ-14 и КФ-7 или их импортные аналоги. Раствор КФ-14 предназначен для формирования адгезионных фосфатных слоёв под ЛКП, а КФ-7 для осаждения самостоятельных противокоррозионных фосфатных покрытий под промасливание.

Составы отечественных растворов приведены ниже (г/л):

КФ-14 (адгезионное фосфатирование):  $\text{Zn}^{2+}$  1,29;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,13;  $\text{NO}_3^-$  2,41;  $\text{NO}_2^-$  0,15;  $\text{Ni}^{2+}$  0,71;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,92;  $K_{\text{св}}$  0,9–1,1;  $K_{\text{общ}}$  22–30; pH 3,2; t 55 °С.

КФ-7 (противокоррозионное фосфатирование):  $\text{Zn}^{2+}$  7,98;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,40;  $\text{NO}_3^-$  7,8;  $\text{Ni}^{2+}$  0,06;  $K_{\text{св}}$  4,4–4,3;  $K_{\text{общ}}$  34–40,0; pH 2,0; t 70 °С.

Как видно, оба раствора содержат токсичные ионы никеля, которые вводятся, как известно, для увеличения защитной способности покрытий. Следует отметить, что импортные аналоги указанных растворов имеют примерно такие же составы и работают при таких же высоких температурах.

Для решения поставленных в работе задач, была исследована возможность замены ионов никеля в указанных растворах на ионы церия, поскольку из литературы известно благоприятное влияние даже незначительных количеств церия на свойства конверсионных покрытий.

При выборе церийсодержащего компонента руководствовались тем, что в присутствии содержащегося в фосфатирующих растворах сильного окислителя –  $\text{NO}_3^-$ -иона ионы Ce(III) неизбежно окислятся до Ce(IV), и тем, что соединения Ce(IV) значительно дешевле соединений Ce(III). С учетом этого, церий вводили в раствор в четырёхвалентном состоянии в виде соли  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ .

Исследована зависимость массы фосфатного слоя ( $m_{\text{ф}}$ ), массы стравившегося металла ( $m_{\text{стр}}$ ) и защитной способности (ЗСА) покрытий от концентрации  $[\text{Ce}^{4+}]$  в фосфатирующем растворе.

Установлено, что адгезионные фосфатные слои с наибольшей защитной способностью (90 сек.)

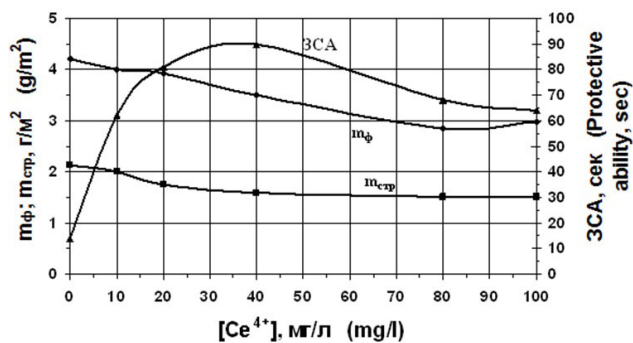


Рис.1. Зависимость  $m_{\phi}$ ,  $m_{\text{стр}}$  и ЗСА от концентрации ионов  $\text{Ce}^{4+}$  в растворе;

Раствор (г/л):  $\text{Zn}^{2+}$  1,29;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,13;  $\text{NO}_3^-$  2,41;  $\text{NO}_2^-$  0,15;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,92;  $t$  55 °C

Fig.1. Effect of cerium ions concentration on the mass of phosphate layer ( $m_{\phi}$ ), amount of stripped metal ( $m_{\text{стр}}$ ) and Akimov's protective ability (ЗСА);

Solution (g/l):  $\text{Zn}^{2+}$  1,29;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,13;  $\text{NO}_3^-$  2,41;  $\text{NO}_2^-$  0,15;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,92;  $t$  55 °C

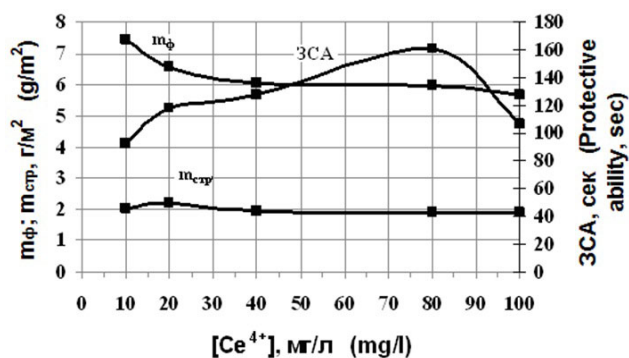


Рис.2. Зависимость  $m_{\phi}$ ,  $m_{\text{стр}}$  и ЗСА от концентрации ионов  $\text{Ce}^{4+}$  в растворе;

Раствор (г/л):  $\text{Zn}^{2+}$  7,98;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,4;  $\text{NO}_3^-$  7,8;  $t$  70 °C

Fig.2. Effect of cerium ions concentration on the mass of phosphate layer ( $m_{\phi}$ ), amount of stripped metal ( $m_{\text{стр}}$ ) and Akimov's protective ability (ЗСА);

Solution (g/l):  $\text{Zn}^{2+}$  7,98;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,4;  $\text{NO}_3^-$  7,8;  $t$  70 °C

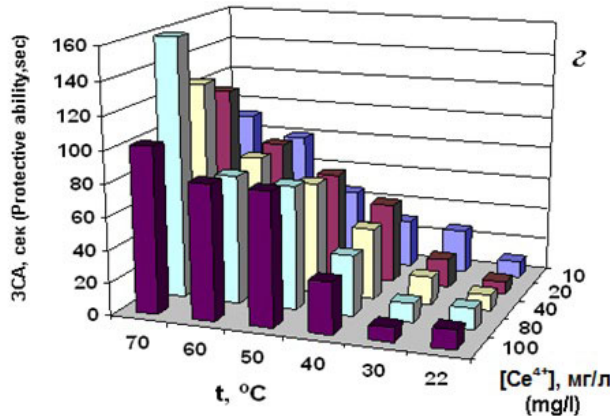
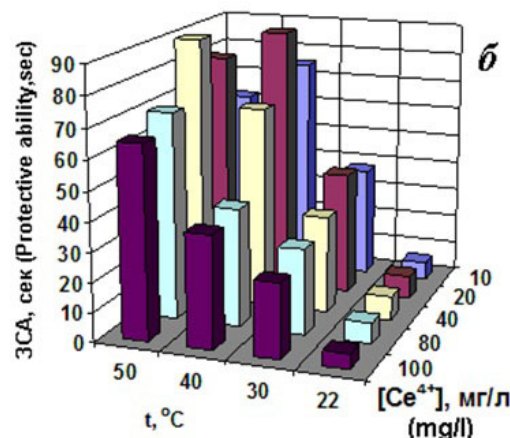
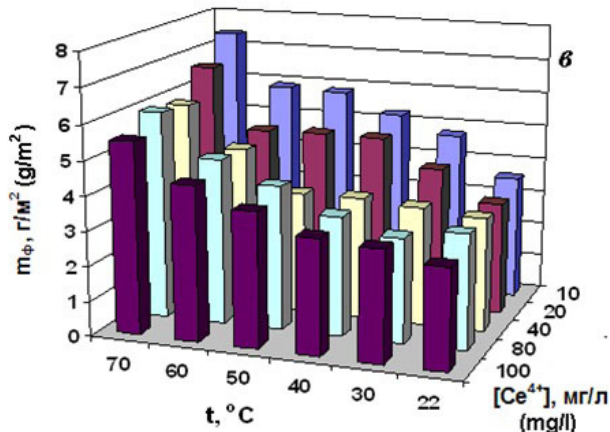
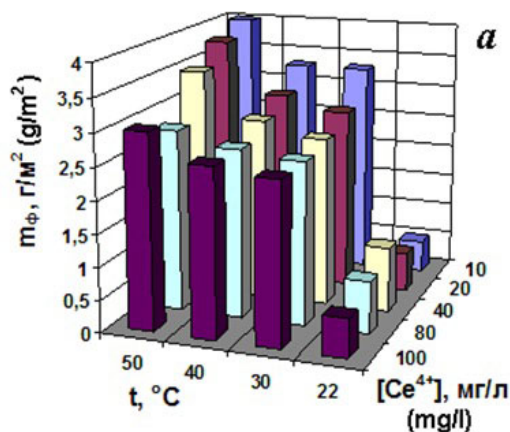


Рис.3. Зависимость  $m_{\phi}$  (а и б) и ЗСА (б и г) от температуры при различном содержании ионов  $\text{Ce}^{4+}$  в растворах:

а и б: Раствор (г/л):  $\text{Zn}^{2+}$  1,29;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,13;  $\text{NO}_3^-$  2,41;  $\text{NO}_2^-$  0,15;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,92;

в и г: Раствор (г/л):  $\text{Zn}^{2+}$  7,98;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,4;  $\text{NO}_3^-$  7,8;  $t$  70 °C

Fig.3. Effect of temperature on the mass of phosphate layer (a and б) and Akimov's protective ability (б and г) at the various maintenance of cerium ions;

а and б: Solution (g/l):  $\text{Zn}^{2+}$  1,29;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,13;  $\text{NO}_3^-$  2,41;  $\text{NO}_2^-$  0,15;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,92;  $t$  55 °C

в and г: Solution (g/l):  $\text{Zn}^{2+}$  7,98;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,4;  $\text{NO}_3^-$  7,8;  $t$  70 °C



формируются при содержании в растворе 30-50 мг/л ионов церия (рис. 1). Масса покрытий в этом интервале концентраций равна 3,0-3,5 г/м<sup>2</sup>, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к адгезионным фосфатным слоям. Отношение  $m_{\text{ф}}/m_{\text{стр}}$  также находится в допустимом интервале 0,4-0,6.

Аналогичные зависимости для раствора противокоррозионного фосфатирования КФ-7 приведены на рис. 2. Видно, что в диапазоне концентраций ионов церия 40-90 мг/л в этом растворе покрытий формируются слои массой 6 г/м<sup>2</sup>. ЗСА покрытий более, чем в 3 раза превышает ЗСА покрытий, полученных в никельсодержащем растворе (160 против 45 сек), что весьма полезно для самостоятельных противокоррозионных фосфатных слоёв. Высокая защитная способность покрытий из церийсодержащих растворов объясняется, по-видимому, меньшей пористостью формирующихся в этих условиях покрытий, что было подтверждено результатами ферроксильного теста.

Влияние температуры на основные характеристики покрытий при различных концентрациях ионов церия (IV) в растворе проиллюстрировано на рис.3.

Заметное ухудшение защитной способности происходит при снижении температуры в обоих растворах до 30°C, хотя масса фосфатного слоя при этом еще остается в допустимых пределах и составляет около 5,0 г/м<sup>2</sup> в растворе противокоррозионного фосфатирования и ~ 2,0 г/м<sup>2</sup> в растворе адгезионного фосфатирования. При комнатной температуре в обоих растворах формируются покрытия низкого качества с невысокой защитной способностью - 5 и 14 сек. соответственно.

Известно, что формирование покрытий в растворах КФ-14 и КФ-7 завершается за 3 и 12 мин соответственно. Из приведенных на рис. 4. кинетических кривых видно, что за технологически заданное время завершение формирования слоя в

обоих растворах происходит только при температурах выше 40°C, о чем свидетельствует стабилизация массы слоя в течение процесса.

При более низких температурах формирование слоя за указанное время не завершается, а это означает, что в покрытиях еще имеется большое количество сквозных пор, что, скорее всего, и является причиной низкой защитной способности покрытий, осажденных при 30°C.

Была исследована возможность снижения рабочих температур растворов за счет введения в раствор гидроксилamina серноокислого - азотсодержащего соединения, хорошо зарекомендовавшего себя в качестве ускорителя процесса аморфного фосфатирования.

Было установлено, что введение в растворы адгезионного и противокоррозионного фосфатирования 2,5 и 2 г/л гидроксилamina позволяет осаждать при температуре 20 и 30°C покрытия массой 2,5 и 4,5 и защитной способностью 35 и 140 соответственно. Приведенные на рис. 5. электронные фотографии свидетельствуют о том, что в присутствии гидроксилamina при комнатной температуре формируются плотноупакованные слои с меньшими размерами зерен кристаллов по сравнению с раствором, не содержащим гидроксилamina, что и приводит, по-видимому, к возрастанию ЗСА покрытий.

В растворах, содержащих ионы церия и в присутствии гидроксилamina формирование противокоррозионного фосфатного слоя завершается при температуре 70 °C за 1 минуту, при температуре процесса 60 и 50°C за 5 минут, а при температуре ниже 50°C за 12 минут. Что касается адгезионного фосфатирования, формирование фосфатного покрытия при температуре 50 °C, как и в первом растворе, завершается за 1 минуту, при температуре 40 °C за 3 минуты.

Были проведены сравнительные коррозионные испытания пропитанных маслом фосфатных образцов, сформированных в растворах

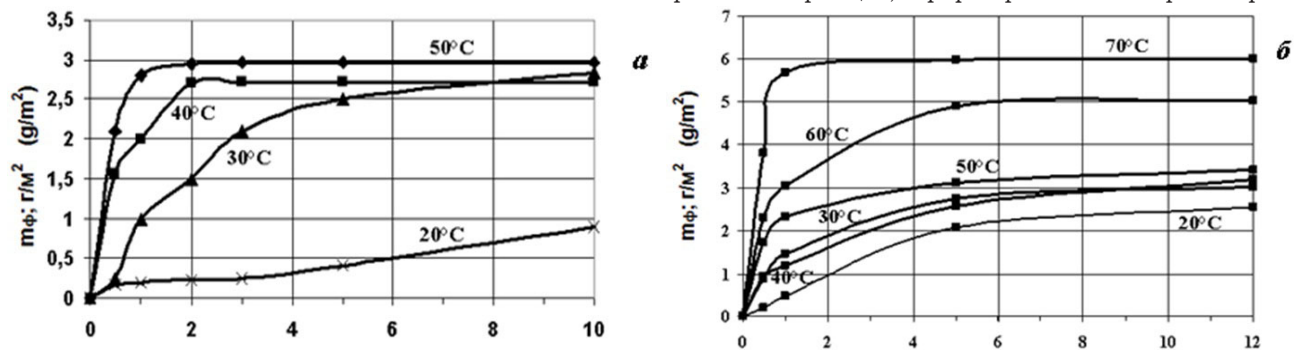
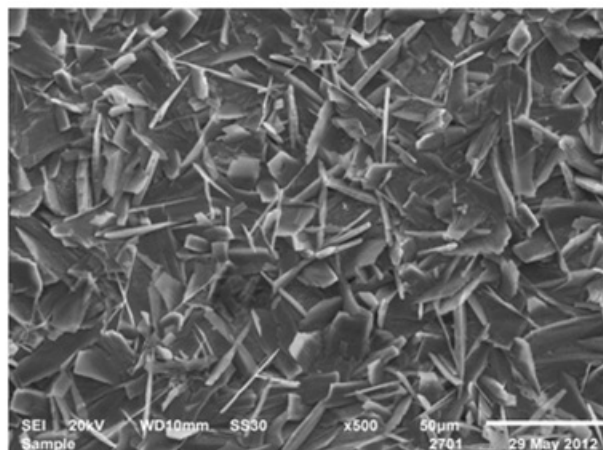
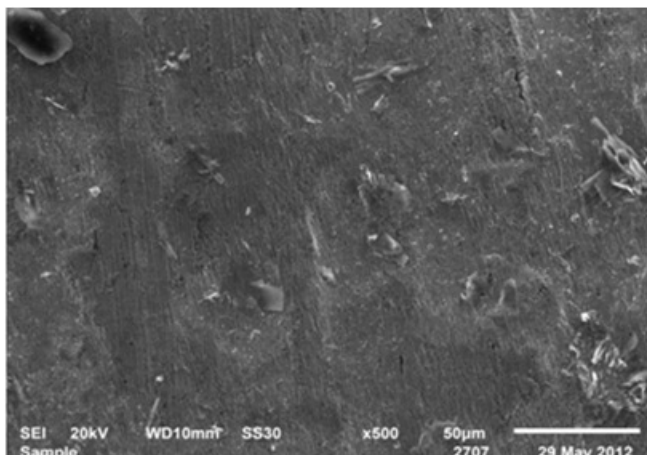


Рис.4. Изменение  $m_{\text{ф}}$  в процессе фосфатирования;

а) Раствор (г/л):  $\text{Zn}^{2+}$  1,29;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,13;  $\text{NO}_3^-$  2,41;  $\text{NO}_2^-$  0,15;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,92;  $\text{Ce}^{4+}$  0,06; б) Раствор (г/л):  $\text{Zn}^{2+}$  7,98;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,4;  $\text{NO}_3^-$  7,8;  $\text{Ce}^{4+}$  0,06

Fig.4. Variation of phosphate layer ( $m_{\text{ф}}$ ) during the phosphating process  
а) Solution (g/l):  $\text{Zn}^{2+}$  1,29;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,13;  $\text{NO}_3^-$  2,41;  $\text{NO}_2^-$  0,15;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5,92;  $\text{Ce}^{4+}$  0,06;  
б)  $\text{Zn}^{2+}$  7,98;  $\text{PO}_4^{3-}$  18,4;  $\text{NO}_3^-$  7,8;  $\text{Ce}^{4+}$  0,06



**Рис. 5.** Электронная фотография поверхности фосфатированного стального образца  
Раствор (г/л):  $Zn^{2+}$  7,98;  $PO_4^{3-}$  18,4;  $NO_3^-$  7,8;  $Ce^{4+}$  0,06;  $t$  22 °С;  
а – без  $NH_2OH$ ; б – с  $NH_2OH$ ;

**Fig. 5.** SEM photos of steel surface of a phosphating; Solution (g/l):  $Zn^{2+}$  7,98;  $PO_4^{3-}$  18,4;  $NO_3^-$  7,8;  $Ce^{4+}$  0,06;  $t$  22 °С.  
а – without  $NH_2OH$ ; б – with  $NH_2OH$

противокоррозионного фосфатирования, содержащего ионы церия, в 5% растворе NaCl при комнатной температуре. Коррозионное поражение образцов оценивалось по шкале балльности, по которой балл 10 соответствовал полному отсутствию коррозии, а балл 0 – коррозии всей поверхности образца. Коррозионные испытания показали, что фосфатные слои, сформированные при температуре процесса 70–60°С в растворах содержащих ионы церия, но в отсутствие гидроксиламина, отвечают максимальному баллу. Снижение температуры процесса приводит к ухудшению защитных характеристик. Так, например, при 50°С первые очаги коррозии наблюдались после 240 часов испытаний, при 40°С – после 120 часов, при 30 и 22°С – после 64 и 24 часов соответственно. Введение гидроксиламина в раствор фосфатирования приводит к улучшению защитных характеристик покрытий. Первые очаги коррозии на покрытиях, полученных при 30°С и при комнатной температуре за 300 часов испытаний не проявлялись.

Проведены циклические коррозионные испытания (ASTM B117) окрашенных стальных образцов с адгезионным фосфатным Ce-содержащим покрытием, сформированным при различных температурах. Испытания показали, что все фосфатные покрытия по защитной способности удовлетворяют предъявляемым требованиям, поскольку ширина проникновения коррозии от места надреза во всех случаях не превышает 2,0 мм после 240 часов испытаний.

Определена адгезия лакокрасочных покрытий с адгезионным фосфатным подслоем покрытий методом поперечных насечек с помощью тестера адгезии.

Установлено, что покрытия обладают очень хорошей адгезией – класс 0 по стандарту ASTM

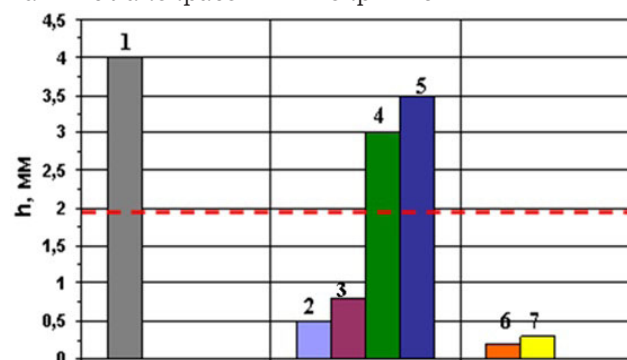
D3359, которая не ухудшилась и после коррозионных испытаний.

Таким образом, в результате проведенной работы были разработаны низкотемпературные растворы адгезионного и противокоррозионного фосфатирования, содержащие (г/л):

$Zn^{2+}$  1,29;  $PO_4^{3-}$  18,13;  $NO_3^-$  2,41;  $NO_2^-$  0,15;  $Na_2CO_3$  5,92;  $Ce^{4+}$  0,06–0,08;  $NH_2OH$  2,5;

$Zn^{2+}$  7,98;  $PO_4^{3-}$  18,4;  $NO_3^-$  7,8;  $Ce^{4+}$  0,06–0,1;  $NH_2OH$  2,

позволяющие осаждать при температуре 20–30°С, противокоррозионные фосфатные покрытия массой 4÷4,5 г/м<sup>2</sup>, которые могут быть использованы в сочетании с масляной или другой ингибирующей пропиткой для защиты от коррозии металлической основы, и адгезионные фосфатные покрытия массой 2÷3,5 г/м<sup>2</sup>, для защиты от коррозии в сочетании с лакокрасочным покрытием.



**Рис. 6.** Результаты коррозионных испытаний (ASTM B117).  
Раствор (г/л):  $Zn^{2+}$  1,29;  $PO_4^{3-}$  18,13;  $NO_3^-$  2,41;  $Ce^{4+}$  0,06.  
1. сталь; 2. температура процесса 50°С; 3. 40°С; 4. 30°С  
5. 20°С 6. 30°С +  $NH_2OH$  7. 20°С +  $NH_2OH$ ; h – ширина  
отслоения ЛКП от надрезов

**Fig. 6.** Results of corrosion tests (ASTM B117). Solution (g/l):  
 $Zn^{2+}$  1,29;  $PO_4^{3-}$  18,13;  $NO_3^-$  2,41;  $Ce^{4+}$   
1. steel; 2.  $t$  50°С; 3.  $t$  40°С; 4.  $t$  30°С; 5.  $t$  20°С; 6. 30°С +  
 $NH_2OH$ ; 7. 20°С +  $NH_2OH$ ; h - width of peeling of LKP from cuts

Не смотря на то, что ионы церия сопоставимы по токсичности с ионами никеля, экологическая опасность разработанных растворов, существенно ниже вследствие более низких рабочих концентраций ионов церия.

### Литература

1. Григорян Н. С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А. Фосфатирование: учеб. пособие. – М.: Глобус, 2008 – 144с.
2. ГОСТ 9.402-80. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием.
3. ГОСТ 9.302-88. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля.

### Сведения об авторах

**Абрашов Алексей Александрович**, к.т.н., доцент, кафедра «Композиционные материалы и технологий защиты от коррозии», РХТУ им. Д.И.Менделеева, 125047 Москва, Миусская пл., д.9., тел. 8(499)978-94-51, E-mail: abr-aleksey@yandex.ru

**Григорян Неля Сетраковна**, доцент, к.х.н., кафедра ТЭП, тел. 8(499)978-94-51, E-mail: ngrig108@mail.ru

**Ваграмян Тигран Ашотович**, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой, «Композиционные материалы и технологий защиты от коррозии», тел. 8(499)978-95-42, E-mail: vagramyan@muctr.ru

**Папиров Роман Валерьевич**, аспирант, тел. 8(499)978-94-51.

**Стяжкина Мария Ильинична**, студентка, тел. 8(499)978-94-51.

### Information about authors

**Ab rashov Aleksey**, Associate Professor of Dept. «Composite materials and technologies of protection against corrosion», Mendeleev University of Chemical Technology, 125047 Moscow, Miusskaya sqv. 9, tel. 8(499)978-94-51, E-mail: abr-aleksey@yandex.ru

**Grigoryan Nelya**, Associate Professor, Electrochemical eng. Dept., tel. 8(499)978-94-51, E-mail: ngrig108@mail.ru

**Vagramyan Tigran**, professor, Doctor of technical science, Head of Dept. «Composite materials and technologies of protection against corrosion», tel. 8(499)978-95-42, E-mail: vagramyan@muctr.ru

**Papirov Roman**, post-graduate student, tel. 8(499)978-94-51.

**Styazhkina Mariya**, student.



## ООО «СОНИС»

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

### Бесцианистое щелочное меднение нового поколения

#### Процесс «ЭПИ-Бесцианмедь»!

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

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

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





**«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

УДК 544.636/.638, 621.357

## **Способы интенсификации окислительно-восстановительных реакций в процессах удаления ионов железа (II) из водных растворов**

**Гайдукова А.М., Бродский В.А., Колесников В.А.,  
Канделаки Г.И.**

**Ключевые слова:** экология; удаление железа; окислительно-восстановительные реакции; ОРТА; кавитация; электрофлотация

Исследованы способы интенсификации окислительно-восстановительных реакций в процессах удаления ионов железа (II) из водных растворов: кавитация, окисление железа (II) на оксидных рутениво-титановых анодах и электрофлотация. Показано, что наиболее быстро процесс окисления железа (II) протекает при кавитационной обработке воды ( $\tau \approx 2$  мин), а наиболее полно и эффективно – в установке с оксидными рутениво-титановыми анодами.

## **Intensification methods of redox reactions in the processes of removal of iron(II) from aqueous solutions**

**Gaidukova A.M., Brodskiy V.A., Kolesnikov V.A.,  
Kandelaki G.I.**

**Keywords:** ecology; the removal of iron; oxidation-reduction reactions; ORTA; cavitation; electroflotation

Intensification methods of redox reactions processes in the process of removal of ferrous ions using cavitation, anodic oxidation on Ru-Ti anodes and electroflotation were studied. Cavitation was performed in two ways: with and without addition of an oxidant (atmospheric oxygen). Degree of removal was found to rise up in both cases, with increasing initial concentration of ferrous ions but does not exceed 70% at  $C_0 = 100$  mg/l (Fig.2). Analysis of kinetic characteristics has revealed that cavitation treatment ensures maximum process rate – oxidation of ferrous ions takes less than 2 min (Figs. 3,4). Experimental data demonstrate that in the first case maximum degree of removal is reached at initial concentration 10 mg/l and is equal to 61% (Table 1). The process is more efficient with polarized anode. Maximum degree of removal,  $\alpha$ , is reached at  $C_0(Fe^{2+}) = 1$  mg/l and is equal to 90% (Table 2). Anodic oxidation of  $Fe^{2+}$  proceeds slower than oxidation by oxygen using cavitation. Kinetic curves shown that in both cases maximum degree of removal is reached in 10 min. in both cases and over all concentration range (Figs.5,6). After the addition of NaCl to the solution strong oxidant-NaClO is formed which increases the degree of oxidation up to 97% (Tab.3). Maximum degree of Fe (II) removal by electroflotation is only 70% in the presence of NaCl. Thus the results obtained have shown that maximum oxidation rate of Fe(II) is reached using cavitation (2 min), but maximum removal degree using ORTA electrodes.

### **Введение**

Важной задачей водоочистки и водоподготовки является удаление из воды ионов тяжелых металлов, в том числе ионов железа (II). В настоящее время существует ряд методов по очистке воды от ионов железа (II). В данной работе рассмотрены следующие методы: окисление  $Fe^{2+}$  кислородом воздуха, кавитация, электрофлотация и окисление  $Fe^{2+}$  на оксидных рутениево-титановых анодах. В основе перечисленных способов лежит процесс перевода ионов  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$  под действием окислителей с последующим извлечением железа в виде малорастворимого гидроксида  $Fe(OH)_3$  фильтрованием, седиментацией и др. способами. Для каждого метода существуют свои достоинства и недостатки. Поэтому, представляется актуальным провести исследования по изучению эффективности перечисленных методов.

Широко распространен метод окисления железа (II) кислородом воздуха, но главный недостаток такого способа – необходимость длительного контакта обрабатываемой воды с воздухом.

Одним из способов интенсификации окислительно-восстановительных (Red/Ox) процессов, помимо дополнительного введения в раствор окислителя или восстановителя, является создание в растворе таких условий (высокие значения давления и температуры), при которых происходит образование свободных радикалов, способных вызвать окислительно-восстановительные реакции. К таким процессам относится кавитационная обработка воды. Кавитацией называется образование в капельной жидкости разрывов сплошности с появлением полостей, заполненных газом, паром или их смесью, в результате местного понижения давления. Внутри схлопывающихся кавитационных микрополостей возникает высокое давление и развигается температура до 10000К. В таких условиях кавитация сопровождается разложением  $H_2O$  и образованием  $H_2O_2$ ,  $\cdot OH$  и  $\cdot H$  радикалов, способных вызвать различные окислительно-восстановительные реакции с участием присутствующих в воде неорганических молекул [2].

Окислительно-восстановительные процессы могут протекать не только в объеме раствора, но и на границе раздела фаз. Примером таких процессов могут служить Red/Ox процессы на границе оксида металла с переменной валентностью и раствора, содержащего окислители или восстановители. Необходимым требованием к этим оксидам является возможность возвращения поверхности к исходному валентному состоянию после проведения Red/Ox процесса (регенерация поверхности). Наиболее доступным и перспективным материалом для проведения таких процессов

является ОРТА – титановая основа с нанесенным слоем оксидов титана и рутения [4].

Для наиболее полного протекания Red/Ox процессов оксидный слой должен иметь большую удельную поверхность, чтобы обеспечивать необходимую площадь контакта с раствором [2, 3].

Еще одним методом очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов является электрофлотация. Очистка воды от ионов железа (II) данным методом протекает в несколько стадий:

- окисление ионов  $Fe^{2+}$  до ионов  $Fe^{3+}$  кислородом, образующимся в результате реакции разложения воды на аноде;

- извлечение образовавшихся в растворе частиц малорастворимого гидроксида железа (III) в пенный слой. Достоинствами этого метода являются высокая скорость очистки, возможность автоматизации процесса и отсутствие вторичных загрязнителей [5].

### **Методическая часть**

В основе исследуемых методов лежит процесс перевода ионов  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$  под действием окислителей с последующим извлечением железа (III) в виде малорастворимого гидроксида  $Fe(OH)_3$  с помощью фильтрования. Исследования проводили в водных растворах  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  в диапазоне концентраций по иону  $Fe^{2+}$  от 1 до 100 мг/л при комнатной температуре ( $20 \pm 2^\circ C$ ). pH исследуемых растворов варьировался от 5,5 до 6,5. В качестве фонового электролита, позволяющего повысить электропроводность, использовали  $Na_2SO_4$  с концентрацией 1 г/л.

В ряде экспериментов для более полного извлечения ионов железа (II) из водных стоков электрохимическими способами (электрофлотация, установка с ОРТА) вводили NaCl с концентрацией 1 г/л, что позволяло нарабатывать в растворе дополнительный окислитель в виде NaClO. При электролизе растворов, содержащих хлорид-ионы, на аноде в результате разряда  $Cl^-$  происходит выделение газообразного хлора:  $2Cl^- = Cl_2 + 2e$ , который, растворяясь в прикатодной области, образует сильный окислитель – гипохлорит натрия NaClO.

Эффективность процесса извлечения примесей железа (II, III) из раствора для исследуемых методов (окисление  $Fe^{2+}$  кислородом воздуха, кавитация, электрофлотация и окисление  $Fe^{2+}$  на оксидных рутениево-титановых анодах) оценивали по степени извлечения  $\alpha$  (%). Степень извлечения рассчитывали как отношение разности исходной ( $c_{исх}$ , мг/л) и конечной ( $c_{кон}$ , мг/л) концентрации ионов железа в растворе к исходной концентрации ионов железа:

$$\alpha = [(c_{исх} - c_{кон})/c_{исх}] \cdot 100\%$$



Конечная концентрация  $c_{\text{кон}}$  определялась после фильтрования растворов, подвергшихся обработке исследуемыми методами.

Массовую концентрацию железа (II, III) измеряли по стандартизованной методике на атомно-абсорбционном спектрометре КВАНТ-АФА на оборудовании Центра коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Влияние кавитации на водные растворы, содержащие ионы железа (II), исследовали при давлении жидкости на входе в волновое кавитационное устройство 13,6 атм. Время обработки раствора до 15 мин. Один проход жидкости через волновое устройство - 1,5 минуты. При работе установки возможна подача окислителя (кислорода воздуха) непосредственно в кавитатор.

ОВР процессы исследовали на границе раздела фаз электрод/раствор с использованием погружных перфорированных электродов ОРТА площадью 2,2 дм<sup>2</sup> каждый, выполняющих роль катода и анода. В процессе эксперимента производилась смена полярности электродов с целью возвращения оксидов рутения в исходное валентное состояние и недопущения разрушения ОРТА в условиях катодной поляризации.

Эффективность процесса электрофлотационного извлечения ионов  $\text{Fe}^{2+}$  исследовали в непроточном электрофлотаторе с нерастворимым анодом. В качестве катода использовалась сетка из нержавеющей стали, анод - ОРТА. Электрофлотационную обработку проводили в течение 20 мин при плотности тока 0,4 А/л.

### Обсуждение результатов

#### 1. Окисление кислородом воздуха

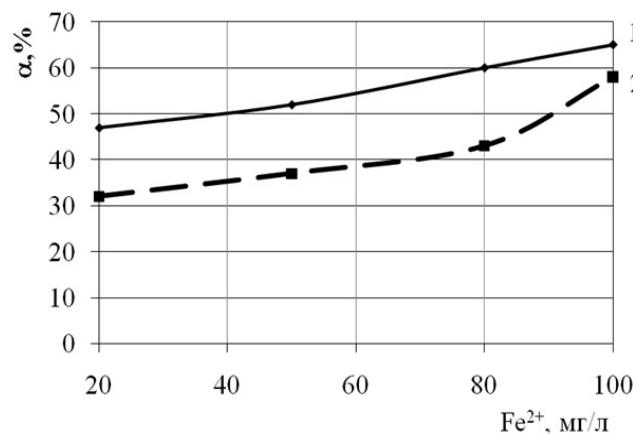
Окисление ионов железа (II) кислородом воздуха - самый простой и дешевый способ. Ионы  $\text{Fe}^{2+}$  окисляются на воздухе до ионов  $\text{Fe}^{3+}$ , образующих в нейтральной среде малорастворимый гидроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , который удаляется из воды фильтрованием, седиментацией и другими методами. Как показали эксперименты, при исходной концентрации  $\text{Fe}^{2+}$  20 мг/л степень извлечения железа (II) не превышала 10 % через 3 часа после контакта раствора с воздухом при постоянном перемешивании.

#### 2. Кавитационная волновая обработка

Кавитационную обработку проводили двумя способами:

- 1) без дополнительного введения в систему окислителя (кислорода воздуха);
- 2) с введением кислорода воздуха.

На рис. 1 представлена зависимость степени кавитационного извлечения железа от начальной концентрации  $\text{Fe}^{2+}$  в растворе, ( $C_0$ ).



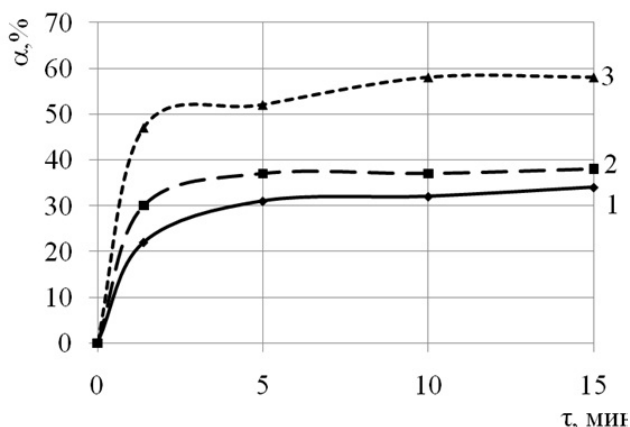
**Рис.1.** Зависимость степени извлечения железа (II) от начальной концентрации  $\text{Fe}^{2+}$  в растворе: 1. - без введения кислорода из воздуха; 2. - с введением кислорода. Время обработки 10 мин

**Fig. 1.** The dependence of extraction degree of iron (II) on its initial concentration in the solution: 1. - no injection of oxygen from air; 2. - with the introduction of oxygen. Processing time 10 min

Следует отметить, что с увеличением начальной концентрации железа в растворе степень извлечения возрастает, но не превышает 70%. Как видно из рис. 1, дополнительное введение кислорода в раствор незначительно понижает степень извлечения железа. Объяснить это можно следующим образом. Кавитационные пузырьки образуются в тех местах, где давление жидкости становится ниже некоторого критического значения  $P_{\text{кр}}$ . При переходе в зону с более высоким давлением рост пузырька останавливается, и он начинает сокращаться. Если газа в пузырьке мало, он захлопывается полностью в первом же цикле. Однако введение кислорода в раствор повышает содержание им минимального радиуса, он восстанавливается и совершает несколько циклов затухающих колебаний. [1]. Следовательно, процесс образования радикалов для окисления железа замедляется.

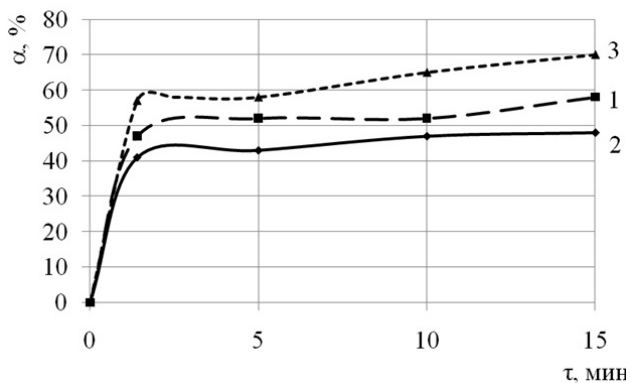
С увеличением продолжительности кавитационной обработки степень извлечения железа (II) возрастает как с введением кислорода в раствор, так и без него. Однако важно отметить, что процесс окисления железа (II) протекает в основном в первые минуты кавитации (за 1 проход жидкости через волновое устройство) (рис. 2, 3).

На рис. 4 представлена схема межфазной границы ОРТА - раствор электролита, содержащего Red/Ox систему ( $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ). При наложении анодной поляризации рутений, находящийся на поверхности электрода в виде оксида рутения (III), переходит в форму оксида рутения (IV). Упрощенно, реакцию можно записать:



**Рис.2.** Зависимость степени извлечения железа от времени обработки. Процесс с введением кислорода в раствор. Fe<sup>2+</sup>, мг/л: 1. - 20; 2. - 50; 3. - 100

**Fig. 2.** The dependence of extraction degree of iron on processing time. A process with the introduction of oxygen in solution. Fe<sup>2+</sup>, mg/l: 1. - 20; 2. - 50; 3. - 100



**Рис.3.** Зависимость степени извлечения железа от времени обработки. Процесс без введения кислорода в раствор. Fe<sup>2+</sup>, мг/л: 1. - 20; 2. - 50; 3. - 100

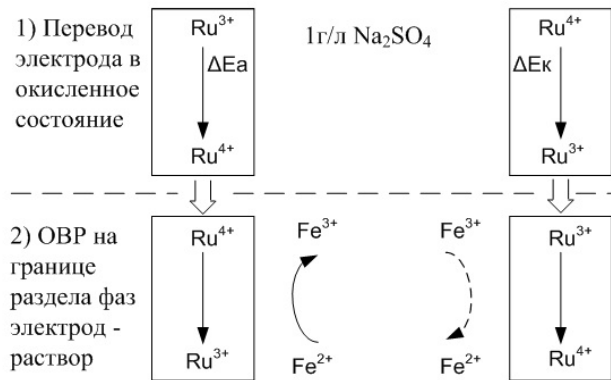
**Fig. 3.** The dependence of extraction degree of iron on processing time. Process without the introduction of oxygen into the solution. Fe<sup>2+</sup>, mg/l: 1. - 20; 2. - 50; 3. - 100

$Ru^{3+} \rightarrow Ru^{4+} + e^-$ . Одновременно на поверхности электрода идет окислительно-восстановительный процесс с участием  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$  и  $Ru^{4+} + e^- \rightarrow Ru^{3+}$ .

Возможно также протекание реакции восстановления железа (III) в прикатодном пространстве, но вероятность этого процесса мала, т.к. на катоде протекает реакция электрохимического разложения воды с образованием гидроксид ионов.

После проведения Red/Ox процесса необходима регенерация поверхности электрода за счёт смены его полярности.

Окисление данным методом проводили двумя способами:



**Рис.4.** Схема процесса окисления железа (II) на поверхности ORTA

**Fig. 4.** The scheme of the oxidation of iron (II) on the surface of ORTA

1) без наложения внешней поляризации, т.е. при отсутствии тока во время процесса окисления железа (II);

2) с наложением внешней поляризации, т.е. процесс окисления железа протекал при постоянном токе.

Для реализации процесса окисления железа (II) в железо (III) в первом случае необходимо перевести анод в окисленное состояние. Для этого электроды погружали в раствор, содержащий 1 г/л  $Na_2SO_4$  в качестве электропроводящей добавки, и пропускали ток (0,1; 0,2 и 0,3 А в течении 10 минут ( $Q = 1 - 3 \text{ А}^* \text{ мин}$ ) для трех случаев). Затем ток отключали, электроды погружали в растворы с начальной концентрацией железа от 1 до 100 мг/л. Процесс окисления железа (II) протекал при постоянном перемешивании раствора и в отсутствии тока в системе.

Во втором случае процесс окисления железа (II) протекал в условиях наложения внешней поляризации на электроды, помещённые непосредственно в раствор, содержащий ионы железа (II). Сила тока варьировалась от 0,1 до 0,3 А, продолжительность процесса – до 20 минут.

В табл. 1 представлена зависимость степени извлечения железа (III) от начальной концентрации ионов  $Fe^{2+}$  в растворе и количества прошедшего электричества  $Q$ . Процесс окисления железа проводился без наложения внешней поляризации.

Экспериментальные данные показывают, что с увеличением концентрации железа (II) эффективность извлечения проходит через максимум для всех плотностей тока. Наиболее полное извлечение  $Fe^{2+}$  наблюдается в диапазоне начальных концентраций от 10 до 25 мг/л и степень извлечения железа (II) составляет порядка 61 %. Дальнейшее увеличение концентрации приводит к снижению эффективности процесса извлече-

Таблица 1. Зависимость степени извлечения железа (III)  $\alpha$  от начальной концентрации ионов  $Fe^{2+}$  в растворе и количества прошедшего электричества. Процесс без внешней поляризации электродов.  
Table 1. The dependence of the degree of extraction of iron (III)  $\alpha$  from an initial concentration of  $Fe^{2+}$  in the solution and the amount of electricity passed. Process without external electrode polarization

Q, А*мин	Начальная концентрация $Fe^{2+}$ , мг/л Initial concentration, mg/l					
	1	5	10	25	50	100
	Степень извлечения $\alpha$ , % Degree of removal, $\alpha$ , %					
1	44	47	55	46	30	30
2	20	34	58	49	38	20
3	20	39	61	58	28	27

Таблица 2. Зависимость степени извлечения железа (III) от начальной концентрации  $Fe^{2+}$  в растворе и силы тока. Процесс с поляризацией электродов  
Table 2. The dependence of the degree of extraction of iron (III) from an initial concentration of  $Fe^{2+}$  in the solution and the current strength. The process of polarization of the electrodes

I, A	Начальная концентрация $Fe^{2+}$ , мг/л Initial concentration, mg/l					
	1	5	10	25	50	100
	Степень извлечения $\alpha$ , % Degree of removal, $\alpha$ , %					
0,1	69	69	69	45	41	29
0,2	84	80	77	70	51	42
0,3	90	89	82	75	57	44

\*Продолжительность процесса – 10 минут.

ния. Так, при  $C_0(Fe^{2+}) = 100$  мг/л степень извлечения ( $\alpha$ ) не превышает 30%.

В то же время, экспериментально установлено, что процесс окисления железа протекает

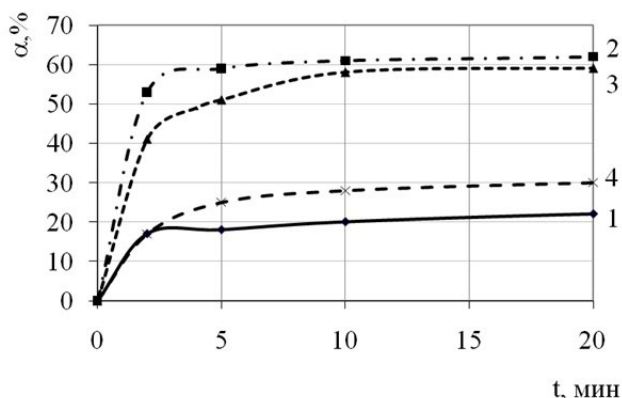


Рис. 5. Зависимость степени извлечения железа от времени обработки. Процесс без внешней поляризации электродов.  $C_0(Fe^{2+})$ , мг/л:  
1 – 1; 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50. Q = 3 А·мин

Fig. 5. The dependence of the degree of extraction of iron from the processing time. Process without external electrode polarization.  $C_0(Fe^{2+})$ , mg/l:  
1 – 1; 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50. Q = 3 А·min

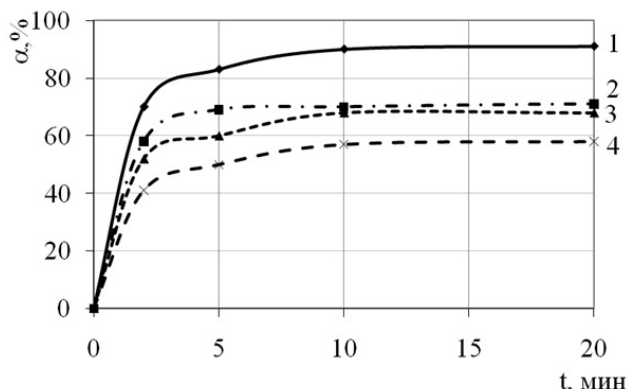
значительно эффективнее при наложении внешней поляризации, при постоянном прохождении тока через систему (табл. 2).

Показано, что с ростом начальной концентрации железа степень извлечения  $Fe^{2+}$  снижается. Максимальное значение  $\alpha$  достигается при  $C_0(Fe^{2+}) = 1$  мг/л и составляет 90% при силе тока 0,3 А. Для  $C_0(Fe^{2+}) = 100$  мг/л  $\alpha$  не превышает 45% (табл. 2). Можно отметить, что с увеличением силы тока степень извлечения железа возрастает.

Анализ кинетических кривых (рис. 5,6) показал, что для всего диапазона концентраций железа в двух рассмотренных случаях степень извлечения достигает максимальных значений через 10 мин после начала обработки. Дальнейшее увеличение продолжительности процесса не приводит к существенному изменению  $\alpha$ .

Для интенсификации процесса окисления железа(II) в раствор добавили 1г/л NaCl. Экспериментальные данные представлены в табл. 3. Установлено, что введение 1г/л NaCl повышает степень извлечения железа (II) до 97 % после 20 мин обработки.





**Рис. 6.** Зависимость степени извлечения железа от времени обработки. Процесс с поляризацией электродов.  $C_0$  ( $Fe^{2+}$ ), мг/л: 1 – 1; 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50.  $I = 0,3$  А/л  
**Fig. 6.** The dependence of the degree of extraction of iron from the processing time. The process of polarization of the electrodes.  $C_0$  ( $Fe^{2+}$ ), mg/l: 1 – 1; 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50.  $I = 0,3$  А/л

### 3. Электрофлотационная обработка

При электрофлотации водных растворов, содержащих ионы  $Fe^{2+}$  с концентрацией 20 мг/л (без предварительной корректировки pH раствора щелочью) степень извлечения железа составила 47%. При добавлении в раствор 1г/л NaCl  $\alpha$  возросла до 68%.

Коррекция pH щелочью до 9,5 – 10,5 позволяет увеличить степень извлечения железа (II) до 98 – 99% за 10 мин обработки [5].

### Выводы

Анализ экспериментальных данных позволил установить:

1. При кавитационной обработке раствора скорость процесса максимальна, процесс окисления железа протекает менее чем за 2 мин. Степень извлечения железа возрастает с увеличением начальной концентрации, но не превышает 70% при  $C_0 = 100$  мг/л.

2. Окисление железа (II) с помощью оксидных рутениево-титановых анодов протекает медленнее, чем при кавитации (время обработки 10 мин), но степень извлечения значительно повышается и составляет 90% ( $C_0 = 1-5$  мг/л) при наложении внешней поляризации на электроды ( $I = 0,3$  А); при отсутствии внешней поляризации  $\alpha_{max}$  не превышает 61% ( $C_0 = 10$  мг/л). При наложении внешней поляризации окисление железа (II) происходит не только за счет протекания окислительно-восстановительного процесса с участием оксида рутения (процесс без внешней поляризации электродов), но и за счет образования дополнительного окислителя – кислорода на аноде. Так же при введении в раствор NaCl образуется сильный окислитель NaClO, который позволяет повысить степень извлечения  $Fe^{2+}$  до 97% после 20 мин обработки раствора с начальной концентрацией железа (II) 20 мг/л.

Следует отметить, что в условиях постоянного протекания тока через систему степень извлечения железа возрастает с ростом силы тока,

**Таблица 3.** Зависимость степени извлечения железа от времени обработки для трех случаев: окисление железа(II) без наложения внешней поляризации, окисление  $Fe^{2+}$  при постоянном токе и окисление  $Fe^{2+}$  при постоянном токе с введением в раствор NaCl

**Table 3.** The dependence of the degree of extraction of iron from the processing time for the three cases: Oxidation of iron (II) without the imposition of external polarization, the oxidation of  $Fe^{2+}$  at a constant current and oxidation of  $Fe^{2+}$  at a constant current with the introduction of a solution of NaCl

Время процесса, t, мин Duration of the process, min	Степень извлечения $\alpha$ , % Degree of removal, $\alpha$ , %		
	Окисление $Fe^{2+}$ без наложения внешней поляризации ( $Q = 3$ А·мин) Oxidation $Fe^{2+}$ of without external polarization	Окисление $Fe^{2+}$ при постоянном токе $I = 0,3$ А/л Oxidation of $Fe^{2+}$ using direct current	Окисление $Fe^{2+}$ при постоянном токе и с введением NaCl $I = 0,3$ А/л $C(NaCl) = 1$ г/л Oxidation of $Fe^{2+}$ using direct current and with NaCl
2	45	52	59
5	48	60	82
10	59	70	94
15	61	72	96
20	62	73	97

\*  $C_0$  ( $Fe^{2+}$ ) = 20 мг/л

максимальная степень извлечения достигается при силе тока 0,3 А.

3. При электрофлотационной обработке степень извлечения железа (II) не превышает 70%, даже при образовании в растворе сильного окислителя – гипохлорита натрия.

Таким образом, наиболее быстро процесс окисления железа (II) протекает при кавитационной обработке воды ( $\tau \approx 2$  мин), а наиболее полно и эффективно – в установке с оксидными рутеиново-титановыми анодами. Степень извлечения составляет 90% ( $C_0 = 1-5$  мг/л) при наложении внешней поляризации на электроды ( $I = 0,3$  А), а при образовании в растворе дополнительного окислителя в виде  $\text{NaClO} - \alpha = 97\%$  при  $C_0 (\text{Fe}^{2+}) = 20$  мг/л.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Госконтракта № 14.515.11.0079 от 21 июня 2013 г. по мероприятию 1.5 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2013 годы».*

#### **Литература:**

1. Лукашевич О.Д., Патрушев Е.И. Очистка воды от соединений железа и марганца: проблемы и перспективы // Химия и химическая технология. – 2004. – том 47 вып.1 – с. 66-70
2. Васильева Н.Б. Очистка сточных вод с использованием гидродинамической кавитации: дис. к-та. техн. наук. Новосибирск СГУПС-2008.-С.24.
3. Кокарев Г.А., Колесников В.А, Капустин Ю.И. Межфазные явления на границе раздела оксид/раствор электролита: Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2004, 71с.
4. Якименко Л.М. Электродные материалы в прикладной электрохимии М., «Химия», 1977 г, 264с.

5. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / В.А. Колесников, В.И. Ильин, Ю.И. Капустин и др.; Под ред. В.А. Колесникова – М.: Химия, 2007, 124-126 с.

#### **Сведения об авторах**

**Гайдукова Анастасия Михайловна**, аспирант, РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047, Москва, Миусская пл., д. 9., тел. 8(926)917-11-44, e-mail: gaydukova.nastya@gmail.com

**Бродский Владимир Александрович**, научный сотрудник, кафедра ТЭП РХТУ им. Д.И. Менделеева, к.х.н, 8(916)207-71-99, vladimir\_brodsky@mail.ru

**Колесников Владимир Александрович**, профессор, ректор, д.т.н., тел. 8(499)978-61-70

**Канделаки Галина Ильинична**, старший научный сотрудник, Центр коллективного пользования РХТУ им. Д.И. Менделеева, к.х.н., тел. 8(903)501-73-60

#### **Information about authors**

**Gaidukova Anastasia**, postgraduate student, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, 125047, Moscow, Miuskaya Sq., 9, Tel. 8 (926) 917-11-44, e-mail: gaydukova.nastya@gmail.com

**Brodskiy Vladimir**, PhD, Scientific associate of the electrochemical eng. Dept., E-mail: vladimir\_brodsky@mail.ru

**Kolesnikov Vladimir**, Doctor of Technical Science, Professor, Rector, E-mail: rector@muctr.ru

**Kandelaki Galina**, PhD, a senior researcher, Center for collective use D. Mendeleev University, Tel. 8(903)501-73-60



# ГРАНИТ-М

СОВРЕМЕННОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

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

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



## РХТУ им. Д.И. Менделеева

### ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ УЧАСТОК (ЦЕХ) БЕЗ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Email: gtech@muctr.ru





## 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](mailto:info@ecomet.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 серноокислого меднения; в слабокислом и щелочном нецианистом электролите цинкования.

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

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

УДК: УДК 658:562.012

## **Сертификация в Российской Федерации**

**Полякова Л.В., Аристов В.М.**

**Ключевые слова:** сертификация; техническое регулирование; подтверждение соответствия; технологический процесс; нормативная документация

Для оценки и подтверждения соответствия продукции требованиям качества и безопасности, установленным в законодательных и нормативных документах, используется процедура сертификации. Основная цель деятельности по сертификации (подтверждения, оценка соответствия) – это документальное удостоверение (третьей независимой стороной) требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров, прямое или косвенное соблюдение требований, предъявляемых к объекту (техническое регулирование).

## **Certification in the Russian Federation**

**Polyakova L.V., Aristov V.M.**

**Key words:** certification, technical regulations, conformity assessment, process, regulatory documentation

The certification procedure is used to evaluate the quality of a product and to confirm that it meets the safety requirements set out in the legislation. The main objective of the certification (confirmation conformity assessment) – is a documentary's license (by independent third party) to the requirements of technical regulations, standards or conditions of contracts, direct or indirect compliance with the requirements of the project (technical regulation).

Сертификация представляет собой деятельность, направленную на установление и подтверждение соответствия рассматриваемого объекта определенным требованиям.

Подтверждение соответствия – это документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг согласно требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров (Закон РФ № 184-ФЗ «О техническом регулировании»).

Сертификация в настоящее время является наиболее эффективной формой подтверждения произведенной продукции или услуги установ-

ленным на них требованиям и повышения их конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Термин «сертификация» в общепринятой международной терминологии определяется как установление соответствия. Впервые он был сформулирован и определен Комитетом по сертификации (СЕРТИКО) Международной организации по стандартизации (ISO) и включен в Руководство №2 ИСО (ИСО/МЭК 2) версии 1982 г. «Общие термины и определения в области стандартизации, сертификации и аккредитации испытательных лабораторий». Согласно этому документу, сертификация определялась как действие, удостоверяющее посредством сертификата соответствия или знака соответствия изделия или услуги определенным нормативным документам. Сертификат соответствия – документ, выдаваемый согласно правилам системы сертификации,



указывающий, что обеспечивается необходимая уверенность соответствия идентифицированной продукции, услуги или процесса конкретному стандарту или другому нормативному документу.

В сферах производства, обращения и потребления продукции основными целями сертификации являются:

- подтверждение заявленных показателей безопасности продукции;
- содействие потребителю в компетентном выборе продукции;
- содействие изготовителю в реализации конкурентоспособной продукции на внутреннем и внешних рынках;
- защита потребителя и окружающей среды от недоброкачественной, потенциально опасной и вредной продукции.

Подтверждение соответствия на территории РФ может носить добровольный и обязательный характер. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации. Обязательное подтверждение соответствия – в форме декларирования соответствия (принятие декларации) или обязательной сертификации.

Основопологающим законодательным актом, устанавливающим правовые основы обязательной и добровольной сертификации, права, обязанности и ответственность участников, является Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184 от 27 декабря 2002 г.

К объектам подтверждения соответствия в общем случае относятся продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты, на которые в нормативных документах установлены требования. **Объектом обязательной сертификации** может быть только продукция, выпускаемая в обращении на территории РФ. Наименования и обозначения (кодов) объектов, подлежащих обязательной сертификации, устанавливаются соответствующими номенклатурами и перечнями.

1 декабря 2009 года Постановлением правительства № 982 утверждены два Перечня товаров, подлежащих обязательной сертификации:

- с получением сертификата соответствия;
- с получением декларации соответствия.

В зависимости от вида продукции, обязательная сертификация может подразумевать одну или несколько проверок соответствия:

- контроль по системе ГОСТ Р;
- санитарно-эпидемиологическая экспертиза;
- проверка пожарной безопасности.

Каждая из перечисленных систем сертификации имеет определенные нюансы, определяемые нормативными актами.

Для получения сертификата и регистрации декларации необходимо обращаться в орган сертификации, имеющий право проводить оценку соответствия заявленной продукции российскими стандартами. Продукция, которая подлежит сертификации, может пройти процедуру подтверждения соответствия по одной из схем сертификации, установленных законодательно. Также существуют списки необходимых документов, которые подаются в орган по сертификации и также зависят от схемы, по которой будет проходить сертификация или декларирование.

**Номенклатура продукции и услуг (работ), относительно которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация** включает в себя две части:

- товары для личных (бытовых) нужд гражданина и продукция производственно-технического назначения;
- услуги (работы) для личных (бытовых) нужд гражданина и производственно-технических нужд.

В подзаголовке указывается код класса (группы) продукции согласно общероссийскому классификатору продукции (ОКП)- ОК 005 – 93 и услуги согласно ОК населения (ОКУН) – ОК 002 – 93. Общероссийские классификаторы играют важную роль в создании единого информационного пространства, так как обеспечивают присвоение однозначных кодов и наименований основным объектам технико-экономической и социальной информации и их групп.

**Добровольной сертификации** подлежит продукция, на которую отсутствуют обязательные для выполнения требования по безопасности. В то же время ее проведение ограничивает доступ на рынок некачественной продукции путем проверки таких показателей как надежность, эстетичность, экономичность, эргономичность и др. При добровольной сертификации подтверждается соответствие продукции, услуг и работ, не вошедших в соответствующие Перечни, а также продукции, вошедшей в Перечень но по показателям, не являющимися обязательными для подтверждения соответствия. Добровольная сертификация осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Она может осуществляться для установления соответствия требованиям национальных, межгосударственных и международных стандартов, стандартов организаций, систем добровольной сертификации, условий договора.

Добровольную сертификацию вправе осуществлять любое юридическое лицо, взявшее на себя функцию органа по добровольной сертификации и зарегистрировавшее систему сертификации и знак соответствия в установленном порядке.

**Объекты сертификации** могут быть **автономными и опосредованными**.

**К автономным объектам сертификации** относятся такие, подтверждение соответствия которых заданным требованиям является целью их сертификации, например потребительские товары, конкретное оборудование (насос, смеситель, запорная арматура и т. п.).

**К опосредованным объектам сертификации** относятся такие, подтверждение соответствия которых определенным требованиям является необходимым условием подтверждения соответствия заданным требованиям других более сложных объектов (сборочных единиц, комплексов или комплектов), в состав которых они входят или при изготовлении которых они применяются. В качестве опосредованных объектов сертификации могут рассматриваться комплектующие изделия или отдельные составные части другого более сложного изделия, сырье или материалы, применяемые при изготовлении этого сложного объекта, а также системы качества и технологические процессы, обеспечивающие качество данного объекта.

Следует отметить, что один и тот же объект в зависимости от ситуации, в которой он рассматривается, может быть как автономным, так и опосредованным объектом сертификации.

Для автономных объектов сертификации их соответствие подтверждается собственным сертификатом соответствия и, если это предусмотрено правилами сертификации, маркировкой знаком соответствия.

Для опосредованных объектов сертификации сертификат соответствия, выданный на сложный объект в целом, распространяется и на его составные части только в том случае, если они:

-обеспечивают соблюдение требований, подтвержденных при сертификации сложного объекта;

-поставляются целевым назначением для применения в сертифицированном сложном объекте при его производстве, ремонте или техническом обслуживании.

В этом случае на составные части, на которые распространяется действие сертификата соответствия, знак соответствия не наносят. Составные части сертифицированного сложного объекта указывают в Приложении к выданному сертификату.

Как отмечалось ранее, объектами обязательного подтверждения соответствия также могут являться не только продукция и товары, но и технологии их изготовления. На практике понятие «технология» относится к объектам, которые в соответствии с действующей терминологией имеют разное содержание. Этими объектами являются:

**технологический метод** – совокупность правил, определяющих последовательность и содержание действий при выполнении формообразовании, обработки или сборки, перемещения, включая технический контроль, испытания в технологическом процессе изготовления или ремонта, установленных безотносительно к наименованию, типоразмеру или исполнению изделия;

**технологический комплекс** – совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций;

**технологическая система** – совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций;

**технологический процесс** – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Производственный процесс – это совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимые на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции.

Составной частью технологического процесса является **технологическая операция**. Все выше перечисленные понятия имеют стандартизированные определения.

Результатом осуществления научно-исследовательской, опытно-конструкторской или опытно-технологической работы (НИР, ОКР, ОТР) или нескольких таких работ является информационная модель продукции, состоящая из нормативной (НД), конструкторской (КД) документации и реализованного в виде технологической документации (ТД) технологического метода изготовления продукции. Сказанное подтверждает множество существующих стандартизированных терминов для описания «технологий».

В соответствии со сказанными объектами сертификации технологий становятся НД, КД, ТД, а также средства технологического оснащения (технологическое оборудование и технологическая оснастка), предметы производства, энергия и исполнители.

Первые три элемента – (НД, КД, ТД) – являются носителями знаний о показателях свойств и способах реализации технологии.

Средства труда, предметы производства и энергия подлежат контролю, в том числе сертификации, в соответствии с правилами, установленными для этих объектов.

Исполнители являются носителями тех знаний, которые необходимы для реализации данной технологии. В соответствии с действующей

щими на предприятиях правилами работники (исполнители) должны проходить проверку на соответствие тарифно-квалификационным требованиям.

Для технологических комплексов, которые состоят из ряда объектов, выполняющих самостоятельные функции (например ряд оборудования), сертификация технологического процесса (или его части) эквивалентна сертификации этих объектов. Сертификация на технологический процесс в целом не осуществляется. Для технологических комплексов, составные части которых органически связаны между собой и не могут рассматриваться самостоятельно, сертификация может осуществляться лишь при наличии информационной модели технологического процесса. Такая модель должна содержать показатели его качества, т.е. показатели назначения, надежности, экономичности, безопасности, охраны окружающей среды, эргономические, эстетические.

Цель обязательной сертификации производственных, в том числе технологических процессов – это обеспечение требований по безопасности труда и охране окружающей среда. Постановлением Правительства РФ от 26.08.95 № 843 «О мерах по улучшению условий и охраны труда» на Минтруда России возложена ответственность за организацию и проведению сертификации производственных объектов. Утверждены рекомендации по проведению эксперимента по сертификации производственных объектов на соответствие требованиям по охране труда, в которых даны определения применяемых терминов, формы документов, установлена процедура сертификации, порядок аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий.

При добровольной сертификации производства по ГОСТ Р 40.003.2000 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации производства» контролируется соответствие технологического процесса требованиям, обеспечивающим стабильность производимых продукции, услуг или работ.

На охрану окружающей среды направлены требования стандартов ИСО серии 14000 «Системы управления охраной окружающей среды». Сегодня актуальным становится вопрос совместной сертификации предприятий на соответствие стандартам ИСО 9000 и ИСО 14000.

Действующий в нашей стране Закон «О техническом регулировании» предусматривает сертификацию продукции и иных объектов, под

которыми в соответствии с Правилами по проведению сертификации в РФ понимаются, в частности, и процессы. Закон и развивающие его положения документы четко определяют вопросы организации деятельности по подтверждению соответствия. Однако следует понимать, что конкретно вопросы сертификации технологий и технологических процессов в нем не отражены. Из этого следует, что вопрос о сертификации технологий и технологических процессов может быть поставлен, если на него имеются требования и практический смысл.

#### **Список использованной нормативной документации**

1. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ.
2. Постановление Правительства РФ №982 от 1 декабря 2009 г. Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждения соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии.
3. Общероссийский классификатор продукции (ОК 005-93).
4. Постановление Правительства РФ №843 от 26.08.95 О мерах по улучшению условий и охраны труда.

*Кроме того использована информация с интернет сайта Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование) [www.gost.ru](http://www.gost.ru).*

#### **Сведения об авторах:**

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

**Аристов Виталий Михайлович**, д.ф.-м.н., профессор, проректор по учебной работе, РХТУ им. Д.И. Менделеева; e-mail: [aristov@muctr.ru](mailto:aristov@muctr.ru); тел. 499-978-87-40.

#### **Information about authors**

**Polyakova Ludmila V.** – Candidate of Sci., associated professor, Mendeleev University Chemical Technology of Russia, Moscow, Miusskaya Sq., 9; tel. +7-916-794-4821; e-mail: [polyakova@muctr.ru](mailto:polyakova@muctr.ru).

**Aristov Vitalii M.** – Dr.Sci., Vice-Rector, e-mail: [aristov@muctr.ru](mailto:aristov@muctr.ru); tel.: 499-978-87-40.



## Научно-производственное предприятие "СЭМ.М"

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

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

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



**ЦКН**

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

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

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

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

## ВОДОПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

**Более 20 лет на рынке свыше 2000 внедренных установок**

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



**Проектирование Изготовление Монтаж Сервис**

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

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

ЗАО "БМТ"

г. Владимир



### Процессы и материалы:

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

### Оборудование:

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

### Оснастка:

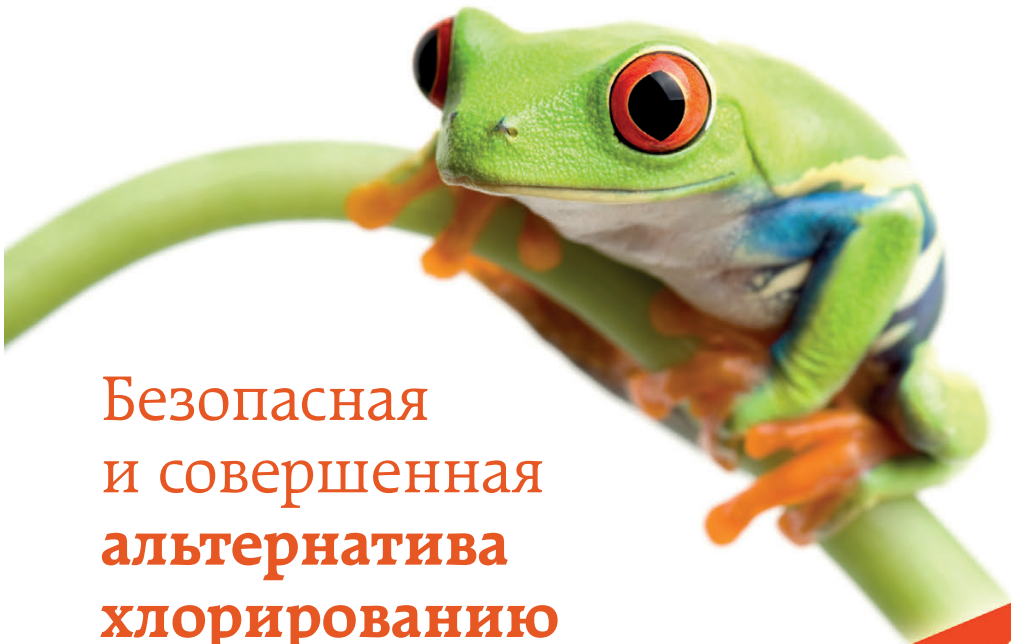
- разработка и изготовление подвесок, анодных корзин;
- нанесение пластизольного покрытия на подвески любой сложности и другие изделия.



ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

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

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



## Безопасная и совершенная альтернатива хлорированию

Воспользуйтесь програм-  
мой замены устаревшего  
оборудования\*

### АКВАХЛОР-М

Получение раствора оксидантов

25%↑

производительность  
по оксидантам  
увеличена на 25% \*\*



безреагентная самоочистка  
электрохимических  
реакторов \*\*

20%↓

расход исходного сырья  
снижен на 20% \*\*



система автоматического  
управления параметрами  
эксплуатации и подачи  
концентрации раствора  
оксидантов в обеззаражи-  
ваемую воду \*\*\*

Сертифицировано:



\*замена установок серии «Аквахлор» любого производителя на установки серии «Аквахлор-М» со скидкой 50%

\*\*данные приведены по сравнительным характеристикам установок «Аквахлор-500» и «Аквахлор-500М»

\*\*\*СКОРО! Для систем производительностью от 2 кг/ч



[www.vbinstitute.ru](http://www.vbinstitute.ru)  
[www.delfin-aqua.com](http://www.delfin-aqua.com) | +7 (495) 993 46 46

**Delfin**  
a q u a







ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И ПОДВЕСКИ

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ «ПОД КЛЮЧ»



**buffoli Impianti s.r.l.**

Via Provinciale, 23/c  
25050 Rodengo Saiano  
(Brescia) Italy  
Tel. ++39 030 6811062  
Fax ++39 030 6811061  
e-mail: info@buffoligroup.com

**buffoli**  
GROUP

[www.buffoligroup.com](http://www.buffoligroup.com)  
[www.buffoligroup.ru](http://www.buffoligroup.ru)

**Buffoli Impianti s.r.l.**  
Mosca - Москва

117036 Москва, Россия  
ул.Профсоюзная, д.3, офис 314  
Тел./Факс: +7 (495) 781 34 53  
e-mail: info-rus@buffoligroup.com  
<http://www.buffoligroup.ru>



**ITALPLANT S.r.l.**  
УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ВОДЫ  
ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ  
ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА**

**ВАКУУМНО-ВЫПАРНЫЕ УСТАНОВКИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ,  
ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА**

Более 20 лет мы разрабатываем, производим и устанавливаем технологические системы очистки промышленных вод, специализируясь на стоках, поступающих с гальванического, лакокрасочного и других участков обработки поверхности изделий.

С момента основания компании мы проводим исследования, направленные на создание методов и технологий очистки, позволяющих выпускать эффективное, надежное и удобное в эксплуатации оборудование.

Сегодня мы готовы предложить заказчику комплексные решения, позволяющие устранить любые проблемы, связанные с очисткой воды.

**ITALPLANT S.r.l.** · Via Dell'agricoltura, 10 - 25032 CHIARI (BS) ITALY  
Tel. +39 030.710 18 30 · Fax +39 030.710 18 43 · [www.italplant.it](http://www.italplant.it) · [commerciale@italplant.it](mailto:commerciale@italplant.it)  
Офис в России: 117036 Москва, ул.Профсоюзная, д.3, офис 314 · Тел./Факс: +7 (495) 781 34 53



# ОАО «ТЕМП»

Украина, 29015, г.Хмельницкий, пр -т Мира 99-101  
+38-0382-6304-85, 63-08-51  
temp-marketing@ukr.net



ООО ПКФ  
«КЭМЗ СВАРКА»

Представительство в России  
111141, г. Москва, ул. Плеханова, 7, оф. 18  
Тел.: (495) 721-18-81/67/97  
E-mail: temp-moscow@yandex.ru





Промышленные выпрямители  
для гальваники фирмы  
Kraffelektronik (Швеция)

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



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

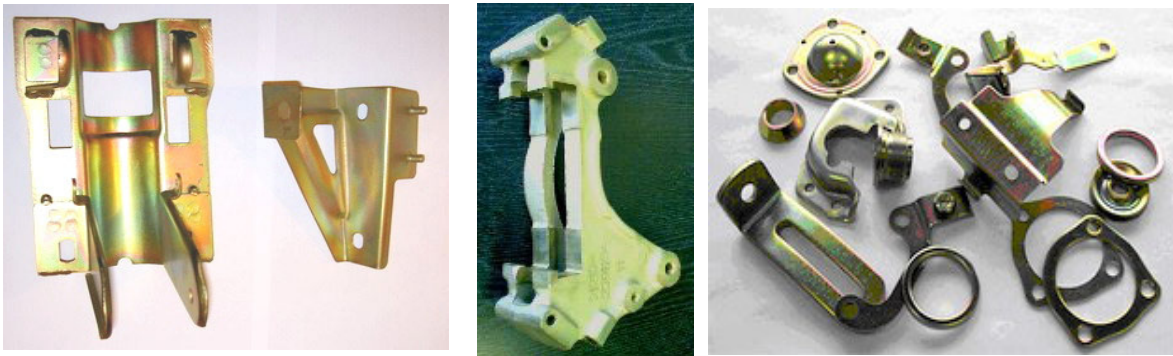
107258, г. Москва, ул. 1-я Бухвостова, д. 12/11, корп. 53  
тел./факс: (495) 225-35-49 (многоканальный)  
<http://www.galvanit.ru>; e-mail: [info@galvanit.ru](mailto:info@galvanit.ru)

## ООО «АРБАТ»

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

### ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ, БЛЕСКООБРАЗУЮЩИЕ ДОБАВКИ, ХИМИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ ГАЛЬВАНОТЕХНИКИ

Примеры гальванических покрытий для автомобилестроения:



Цинкование в щелочном и слабокислом электролитах



Хромирование без Cr(VI)

Механическое цинкование

Наша химическая продукция:

**НТЦ-Р** - блескообразующая добавка для щелочного цинкования,

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

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

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

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

**Фосфатирующие концентраты**

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

Другие химические продукты для машиностроения - более 30 видов

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

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



## Памяти Ивана Гавриловича Хомченко



14 октября 2013 г. на 61-м году жизни после непродолжительной тяжелой болезни умер Иван Гаврилович Хомченко, генеральный директор и основатель научно-производственного предприятия «ЭКОМЕТ».

Иван Гаврилович в 1975 году закончил химический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова по кафедре электрохимии и сразу поступил в аспирантуру. В апреле 1979 года защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук, посвященную электрохимическому исследованию платиновых и палладиевых электродов в водно-органических и органических средах.

С 1979 г. И.Г.Хомченко работал в Московском государственном вечернем металлургическом институте сначала на кафедре общей и неорганической химии, а с 1986 г. - доцентом кафедры коррозии и защиты металлов. Во время преподавательской работы Иван Гаврилович читал лекции по курсам общей и органической химии, теории коррозионных процессов, методам защиты металлов от коррозии, а также по вопросам экологии современного производства. Под его руководством

было выполнено более 100 дипломных работ. Он написал целый ряд учебных пособий по химии и защите металлов от коррозии. Большой популярностью пользуется учебник для колледжей «Общая химия», сборники задач по химии для средней школы и колледжей, пособие «Решение задач по химии для средней школы», а также написанный в соавторстве с отцом Хомченко Гавриилом Платоновичем «Сборник задач по химии для поступающих в вузы». Эти книги востребованы абитуриентами и учащимися школ, колледжей, вузов и регулярно переиздаются.

Иван Гаврилович постоянно занимался научной работой и научно-техническими разработками. Сначала областью интересов была теоретическая электрохимия (вопросы теории двойного электрического слоя, кинетика электрохимических реакций в водно-органических растворах), в дальнейшем он переключился на работы в области гальванотехники, электроосаждения металлов и защиты от коррозии. Он - автор более 150 печатных работ в области электрохимии, гальванотехники и методики преподавания химии, авторских свидетельств и патентов.

В 1993 году Иван Гаврилович стал учредителем и генеральным директором ЗАО «ЭКОМЕТ», которое впоследствии было преобразовано в ООО «ЭКОМЕТ» и ООО НПП «ЭКОМЕТ». Начав с разработки и выпуска небольшими партиями блескообразующей добавки для щелочного электролита цинкования, предприятие стало многопрофильным, занимающимся практически всеми процессами в гальванике и химической обработке металлов, а также гальваническим оборудованием.

Под руководством И.Г.Хомченко и при его непосредственном участии в фирме «ЭКОМЕТ» было разработано более 100 новых технологических процессов нанесения покрытий, все технологии неоднократно внедрены на действующих предприятиях в различных городах России. С участием Ивана Гавриловича организовано производство химических компонентов для гальванического производства. Компания «ЭКОМЕТ» является одним из лидеров российского рынка в области гальванотехники, услугами которой пользуются более 1000 российских и зарубежных организаций.

Иван Гаврилович любил жизнь во всех ее проявлениях и реализовывал свои таланты не только в работе, но и в своих увлечениях, в которых он также был практически профессионалом. Он был большим любителем и знатоком театра, являлся одним из основателей и активным чле-

ном «Общества любителей большого балета», был увлеченным аквариумистом, заядлым рыболовом и походником, на профессиональном уровне занимался фотографией. Он являлся автором ряда статей по вопросам аквариумистики и книги «Современный аквариум и химия».

С Иваном Гавриловичем было очень приятно общаться, его любили друзья, сотрудники, студенты, партнеры по бизнесу. Память об Иване Гавриловиче навсегда сохранится в наших сердцах.

*Коллеги, сотрудники, друзья*

## To the memory of Ivan G.Khomchenko

Ivan G. Khomchenko, Director general and founder of well-known "ECOMET" company passed away on October 14 being only 60 years old.

He graduated from chemical faculty of Lomonosov University in 1975 and continued his study at the Dept. of Electrochemistry as post-graduate student. At 1979 he presented his thesis and got a Degree of a Candidate of Sci. Since 1979 Ivan Khomchenko was working at Moscow State Evening Metallurgical Institute as an associated professor/. He delivered lectures on general and organic chemistry, on the theory of corrosion processes, corrosion protection and environment protection. Over 100 diploma projects were made under his supervision. He is an author of many text-

and reference books on corrosion and related areas of knowledge .Some of his books on chemistry have found large circulation since they are very popular among high-school students and are frequently republished. His area of scientific interests included both theory (electric double layer, electrochemical kinetics) and many problems of electrochemical technology, such as electrodeposition and corrosion protection. He is an author of more than 150 books< scientific papers and patents. Under his leadership "ECOMET" has grown up and became one of major supplying companies in Russia in this are of industry. His coworkers, colleagues and friends will remember him as a charming personality and good friend.

*Colleagues, friends*

## Новые решения для Вашего производства

- ТВЕРДОЕ ИЗНОСОСТОЙКОЕ ХРОМИРОВАНИЕ
- БЕСПОРИСТОЕ ХРОМИРОВАНИЕ
- МНОГОСЛОЙНОЕ ХРОМИРОВАНИЕ

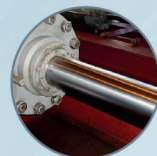
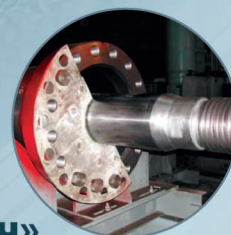
### Технологии и оборудование «под ключ»

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

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

**Нестандартные задачи и их решение - это наш профиль!**

ГАЛЬВАНОХРОМ  
GALVANOCHROME  
Санкт-Петербург



## **Специализированная выставка и конференция «Покрытия и обработка поверхности» - Expo Coating Siberia**

**1-4 октября 2013, г. Новосибирск, МВЦ «Новосибирск Экспоцентр»**

1-4 октября 2013 года в выставочном центре "Новосибирск-Экспоцентр" прошла Специализированная промышленная выставка «Развитие инфраструктуры Сибири». Были представлены новые технологии, приборы и аппаратура для гальванических и химических производств. В выставке приняли участие представители России, Италии, Швеции.

В рамках выставки 2 октября 2013 года состоялась научно-практическая конференция "Покрытия и обработка поверхности. Последние достижения в технологиях, экологии и оборудовании". Она была организована компанией "Примэкспо" совместно с Российским химико-технологическим университетом, Институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН и Новосибирским государственным техническим университетом. На конференции были заслушаны и обсуждены 13 докладов по вопросам, связанным с технологиями нанесения гальванических, химических и пористых анодных покрытий, разработкой современных методов химического анализа гальванических растворов и диагностики покрытий, а также по вопросам применения современных методов и оборудования для гальванических производств.

В работе конференции приняли активное участие сотрудники Сибирского отделения РАН, НГТУ, предприятий России, Италии и Швеции. Специалисты из шведской компании "Kraftelektronik AB/KraftPowerconSweden AB" любезно передали в дар кафедре химии и химической технологии НГТУ регулируемый источник питания для проведения практических занятий по курсам теоретической и прикладной электрохимии.

В целом, конференция и выставка прошли в атмосфере делового сотрудничества и были безусловно очень полезны для всех участников мероприятия.

*А.И. Маслий и Н.Ф. Уваров*

## **Exhibition and Conference "Coatings and Surface Treatment" - Expo Coating Siberia**

**October, 1-4, 2013, Novosibirsk**

"Development of Infrastructure in Siberia" industrial exhibition was organized in Novosibirsk on October 1-4, 2013. New processes and plating equipment were demonstrated. Companies from Russia, Italy and Sweden were among exhibitors. The Conference took place on October 2 and was organized by "Primexpo", Mendeleev University of Chemical Technology (Moscow), Institute of Solid State and Mechanochemistry of Siberian Branch of Russian Academy of Sci and Novosibirsk University. 13 papers were presented at the conference sessions, related with plating processes, methods of baths analysis, coatings testing and modern equipment. Specialists from Siberian Branch of Russian Academy of Sci, educational institutions and plating industry attended the conference and exhibition. Swedish Company "Kraftelektronik AB/KraftPowerconSweden AB" have kindly presented current source for practical classes in Novosibirsk University. All participant have noted successful sessions and interesting presentations.

*A.I. Masliy, N.F. Uvarov*



## Календарь выставок, конференций и семинаров 2014 года Exhibitions, Conferences, Seminars

**1. 11-я Международная выставка и конференция «Покрытия и обработка поверхности», 18-20 февраля 2014 г., Москва, СК «Олимпийский».**

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

По вопросам выступления на конференции и публикации тезисов докладов обращаться по адресу: 125047, Москва, Миусская пл., д.9, РХТУ им.Д.И.Менделеева. Тел. (499)978-5990; факс: (495)6092964; E-mail: gtech@muctr.ru.

Председатель Оргкомитета Конференции Кудрявцев В.Н.

По вопросам посещения конференции, проживания и оплаты Оргвзноса и тезисов:

МОО МХО им. Д.И. Менделеева - Богачев Николай Николаевич;

E-mail: mxo@asvf.ru; www.mmho.ru; тел./факс: (495)625-86-00; 742-04-22; (495) 302-80-00 – Ябурова Галина Алексеевна.

### КНИГИ Books

**Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование.** Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Под ред. В.Н. Кудрявцева. - М.: «Глобус», 2005. - 248 с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Электронная версия. Цена - 130 рублей.

**Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство.**

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

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

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

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

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

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

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

М.: «Глобус», 2008. - 157 с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Цена - 130 рублей.

**Кудрявцев В.Н., Окулов В.В. Сборник практических материалов для технологов**

Изд. центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 398с. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». Цена - 250 рублей.

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

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

**Курсы проводятся высококвалифицированными специалистами по двум направлениям.**

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

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

Современные технологии и оборудование отечественных и зарубежных производителей.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Слушателям выдаются государственные свидетельства о повышении квалификации**

Сроки проведения и условия участия в 1-м полугодии 2014 года

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

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа № 31 (КГ - 31)	10 февраля – 21 февраля*	19900-00
Группа № 32 (КГ - 32)	07 апреля – 11 апреля	13600-00
Группа № 33 (КГ-33)	19 мая – 30 мая**	19900-00

\* Посещение 11-ой международной специализированной выставки и конференции «Покрyтия и обработка поверхности - 2014»

\*\* Посещение 12-ой международной специализированной выставки АНТИКОР и ГАЛЬВАНОСЕРВИС

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

Группа (шифр)	Дата проведения	Стоимость, руб.
Группа № 13 (АКГ - 13)	14 апреля – 18 апреля**	13300-00

\*\* Посещение 12-ой международной выставки химического анализа, лабораторных технологий, биотехнологий и диагностики «Аналитика Экспо 2014»

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

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

Участникам курсов бронируются места:

- в гостинице «Вега» (Измайловский гостиничный комплекс). **Проезд:** м. «Партизанская». Поселение в гостиницу в комнате 609 корпуса «Вега» (6 этаж). Стоимость одного места проживания составит 2500 – 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. В заявке просим указать: реквизиты предприятия, кто подписывает договор (ФИО полностью) и на основании какого документа.

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.galvanicrus.ru>**



## Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» К сведению подписчиков!

Подписка на журнал производится через местные почтовые отделения.

Журнал включен в Объединенный каталог «Пресса России» 2014/1; каталог стран СНГ 2013/2;  
Каталог Украины 2014/1; адресный каталог «Библиотечный каталог» 2013/2.

Агентство АРЗИ. Индекс 87867.

**В редакции также можно приобрести:**

Журнал "Гальванотехника и обработка поверхности" и книги	Цена, руб
2013 год (4 номера)	760
2012 год (4 номера)	680
2011 год (4 номера)	640
2010 год (4 номера)	620
2009 год (4 номера)	616
2008 год (4 номера)	616
<b>Цинкование. Техника и технология.</b> Окулов В.В.	170
<b>Фосфатирование.</b> Григорян Н.С., Акимова Е.Ф., Ваграмян Т.А.	130
<b>Электролитическое хромирование.</b> Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н.	130
<b>Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование.</b> Виноградов С.С. Электронная версия.	100
<b>Экологически безопасное гальваническое производство.</b> (Изд. 2-е, дополн. и перераб.) Виноградов С.С. Электронная версия.	100
<b>Промывные операции в гальваническом производстве.</b> Виноградов С.С. Электронная версия.	100
<b>Сборник практических материалов для технологов</b> Составители: Кудрявцев В.Н., Окулов В.В.	250
<b>Сборник практических материалов для технологов</b> Составители: Кудрявцев В.Н., Окулов В.В.	250

Все цены включают стоимость пересылки; НДС не облагается.

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

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

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

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

Интернет-сайт журнала: [www.galvanotekhnika.info](http://www.galvanotekhnika.info)

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

Банк плательщика

Московский банк Сбербанка России ОАО, г.Москва <b>Банк получателя</b>	БИК Сч.№	044525225 30101810400000000225
ИНН 7707284783 КПП 770701001 ООО «Гальванотех» <b>Получатель</b>	Р/с	40702810838320101984
<b>Назначение платежа: и Полный почтовый адрес предприятия (для рассылки)</b>		

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

## Адреса организаций и фирм, поместивших рекламу

### Аквалор-М (стр. 63)

www.vbinstitute.ru; www.delfin-aqua.com

### ООО "АРБАТ" (стр. 67)

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. 62)

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

### ООО "ГАЛЬВАНИТ"(стр. 66)

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

### ГальваноТехник Лейпциг ГмБХ (стр. 12)

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

### Гальванические технологии (стр. 62)

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

### ЗАО "ГАЛЬВАНОХРОМ" (стр. 69)

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

### ООО "ГРАНИТ-М" (стр. 54)

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

### POPOV Consulting (стр. 17)

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

### НАВИКОМ (ПУЛЬСАР)(стр. 14)

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

### "Предприятие "РАДАН" ООО (стр. 46)

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

### Buffoli Impianti s.r.l. (стр. 64)

117036, Москва, ул.Профсоюзная, 3, оф.  
314; тел./факс: +7495-781 34 53; e-mail: info-rus@  
buffoligroup.com

### ITALPLANT S.r.l. (стр. 64)

117036, Москва, ул.Профсоюзная, 3, оф. 314;  
Тел./факс: +7495-781 34 53

### Компания "СОНИС" (стр. 9, 45)

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

### ОАО "ТЕМП"(стр. 65)

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

### НПП СЭМ.М (стр. 61)

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

### ОАО "ТАГАТ" ТАМБОВГАЛЬВАНОТЕХНИКА им. С.И. Лившица (стр. 15)

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

### "УМИКОР ГАЛЬВАНОТЕХНИК" (стр. 10, 11)

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

### ООО "ХИМСИНТЕЗ" (стр. 13)

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

### НПП "ЭКОМЕТ" (стр. 55)

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

### КОРИАН – 3 (стр. 56)

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

### АО "ХИМСНАБ" (стр. 16)

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

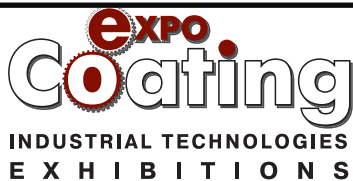
### ТД "Элма" (стр. 39)

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

Информация для авторов журнала "Гальванотехника и обработка поверхности" размещена на сайте  
[www.galvanotekhnika.info](http://www.galvanotekhnika.info)

Заказ № 11883. Тираж 700 экз.

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



11-я Юбилейная Международная выставка и конференция

## «ПОКРЫТИЯ И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ»

18-20 ФЕВРАЛЯ 2014, МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: МОСКВА, СК «ОЛИМПИЙСКИЙ»

С 18 по 20 февраля 2014 года в Москве на территории СК «Олимпийский» пройдет 11-я Международная выставка и конференция «ExpoCoating — Покрытия и обработка поверхности». Приглашаем Вашу компанию принять участие в этом ведущем мероприятии отрасли и представить в рамках выставки и конференции оборудование, технологии, материалы, комплектующие и услуги в области нанесения покрытий и обработки поверхности.

Вот уже 10 лет выставка и конференция ExpoCoating подтверждает свою значимость для специалистов, разработчиков, поставщиков и потребителей технологий и оборудования в области покрытий и обработки поверхности, и способствует успешному функционированию предприятий таких ведущих отраслей промышленности, как приборостроение, машиностроение, судостроение, энергетика, строительство.

Одновременно с ExpoCoating в 2014 году стартует новый проект компании Примэкспо — Международная выставка «TechnoClean — Очистка поверхности, деталей и механизмов», в рамках которой планируется представить системы для очистки и сушки деталей и механизмов, системы и компоненты для защиты от коррозии, консервации механизмов, системы для контроля качества очистки, компоненты для систем очистки, ручные и автоматизированные системы очистки, лабораторное оборудование и др. Все это широко используется в промышленности и имеет большое значение для развития производства, а также имеет непосредственное отношение к обработке поверхности.

Ежегодно выставка ExpoCoating проходит при содействии РХО им. Д.И. Менделеева, МХО им. Д.И. Менделеева, а так же при участии Российского Химико-Технологического университета им. Д.И. Менделеева.

В 2013 году в выставке приняли участие 78 компаний из 10 стран: Германии, Италии, Финляндии, Великобритании, Швеции, Польши, Турции, Чехии, Украины и России. За три дня работы выставку посетили 4299 посетителей из 156 Российских городов (54 регионов), а так же из стран ближнего и дальнего зарубежья (совместно с выставкой NDT Russia), 24% специалистов посетили выставку впервые.

Выставка ExpoCoating 2014 традиционно пройдет одновременно с 13-й Международной выставкой «NDT Russia — Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности». Общая площадь выставок составит более 4500 кв.м. В течение первого месяца выставки уже было забронировано 496 кв.м.

Ежегодно в рамках выставки состоится научно-практическая конференция «Покрытия и обработка поверхности. Последние достижения в технологиях, экологии и оборудовании», которую без преувеличения можно назвать приоритетным мероприятием для профессионалов отрасли. Помимо этого, она представляет интерес и для специалистов, работающих в смежных областях, где производство связано с технологиями нанесения покрытий и обработки поверхности. Ежегодно участие в мероприятии принимают как российские, так и зарубежные специалисты.

В 2014 году выставка будет проходить в Олимпийское время — время, когда вся страна будет с интересом наблюдать за событиями всемирной Олимпиады. Проводя параллели со спортом, мы как организаторы хотим сказать, что и в выставках побеждает тот, кто выбирает правильного тренера, тренируется постоянно и целенаправленно, и не откладывает подготовку на последний момент. Именно поэтому мы призываем потенциальных участников выставки уже сейчас бронировать стенд, и готовиться к выставке!

**ЗАПРОСИТЕ УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ НА САЙТЕ WWW.EXPOCOATING.RU**

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

Тел.: +7 (812) 380 6002/00

Факс: +7 (812) 380 6001

E-mail: coating@primexpo.ru

При содействии:







# EXPO Coating

INDUSTRIAL TECHNOLOGIES  
EXHIBITIONS

**18-20 ФЕВРАЛЯ 2014**

Место проведения:

**МОСКВА, СК «ОЛИМПИЙСКИЙ»**

11-я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

## ПОКРЫТИЯ И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ

### ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ:

- подготовки поверхности металлов
- нанесения всех видов покрытий
- восстановления деталей
- решения экологических проблем
- защиты от коррозии
- очистки и осушки поверхности

КИП • АНОДЫ • ПОЛИМЕРЫ • ЛКМ

Научно-практическая конференция  
«ПОКРЫТИЯ И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ.  
ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ  
В ТЕХНОЛОГИЯХ, ЭКОЛОГИИ  
И ОБОРУДОВАНИИ»

«ХИТ ПРОДАЖ» — выгодные цены  
на оборудование только  
в дни работы выставки

КОНКУРСЫ И АКЦИИ на стендах  
компаний-участниц

0+

Получите бесплатный электронный билет на сайте: [www.exprocoating.ru](http://www.exprocoating.ru)

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

При участии:



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

Тел. +7 (812) 380 6002/00, факс +7 (812) 380 6001, [coating@primexpo.ru](mailto:coating@primexpo.ru)