

**ВКЛАД НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БГТУ В РАЗВИТИЕ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Современное машиностроение и приборостроение невозможно представить без гальванических покрытий. Гальванические покрытия являются одним из приоритетных способов достижения особых и специальных свойств поверхности металлических и неметаллических материалов. Они придают материалам повышение коррозионной стойкости, декоративный вид, а также обеспечивают определенные функциональные свойства, такие как: износостойкость, твердость, электропроводность, жаростойкость. Кроме того, гальванические покрытия могут изменять термоэлектрические свойства и оптические параметры материалов, обеспечивать антифрикционные свойства. С помощью гальванических покрытий формируются проводники и проводящие слои печатных плат и других изделий микроэлектроники. Незаменимыми являются гальванические покрытия при восстановлении поверхностей износа, а также для специального формообразования. Так, например, в ежегодный рост производства гальванических покрытий в машиностроении составляет 12 процентов, а в производстве печатных плат - 46 процентов, при этом гальванотехника все больше сопрягается с нанотехнологиями, а также с негальваническими способами получения покрытий на металлических и неметаллических материалах.

Направления технического переоснащения и модернизации гальванических производств промышленных предприятий Республики Беларусь определены Программой технического переоснащения и модернизации литейных, термических, гальванических и других энергоемких производств в редакции 2010 на 2010-2015 гг. (постановление СМ РБ № 882 от 9 июня 2010 г.) и на перспективу до 2020г. Для интенсификации работ по научному обеспечению Программы в части гальванических производств Национальной Академией наук и Министерством образования Республики Беларусь разработана подпрограмма научных исследований «Гальванотехника» (головная организация - Белорусский государственный технологический университет), которая вошла составной частью в Государственную программу научных исследований «Механика, металлургия, диагностика в машиностроении» (головная организация – Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси).

Успешное выполнение программы определяется новыми технологиями, современным оборудованием и наличием подготовленных специалистов.

Основная роль в деле переоснащения гальванических цехов и участков принадлежит самим промышленным предприятиям. При этом предприятиями закупаются как зарубежные гальванические комплексы производства, например чешской компании «AquacomHard» и шведской «Galvaour», так и гальванические линии производства ООО «Стеклопласт», ООО «Фортекс – водные технологии».

Подготовкой высококвалифицированных специалистов для гальванических производств уже более 37 лет занимается единственная в стране специализированная кафедра химии технологии электрохимических производств и материалов электронной техники Белорусского государственного технологического университета. На кафедре была создана научная школа под руководством профессора Жарского И.М. Основными направлениями научных исследований в рамках научной школы помимо гальванотехники и обработки поверхности являются: электродные процессы при высоких анодных потенциалах, анодные материалы, очистка промышленных сточных вод гальванических производств, полупроводниковые материалы с сенсорными способностями, гетерогенные катализаторы на основе диоксида титана, микро- и наноструктурированные полупроводниковые материалы и др.

За время существования кафедры Х,ТЭХПиМЭТ было подготовлено более 1100 инженеров-химиков-технологов по специальности 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств». На всех предприятиях Республики Беларусь имеющих гальваническое производство трудятся выпускники БГТУ: РУП «МТЗ», ОАО «МАЗ», РУП «Гомсельмаш», ОАО «Гефест», ОАО «Беларускалий», ООО «Стеклопласт», ОАО «Гидропривод» и многих других. Большинство этих выпускников принимали непосредственное участие в техническом перевооружении и модернизации своих предприятий.

Перспективными направлениями развития гальванотехники и обработки поверхности в Республике Беларусь напрямую влияющие на ресурсо- и энергосбережение являются:

- применение импульсного режима электролиза;
- замещение монопокрытий на сплавы, композиционные покрытия, обладающие рядом улучшенных свойств;
- применение композиционных гальванических покрытий в том числе с использованием наноструктурированного углерода, нано и ультрадисперсных алмазов, а также наноуглеродных трубок в качест-

ве второй фазы, что придает гальваническим покрытиям повышенные эксплуатационные свойства в области коррозионной стойкости, твердости, износостойкости и т.д.;

- разработка новых видов гальванических, химических, конверсионных и их замещающих покрытий обладающих улучшенными функциональными свойствами по сравнению с существующими аналогами;

- переработка гальванических шламов в продукт ФГО используемый в производстве керамзита;

- разработка новых методов утилизации, рекуперации и регенерации гальванических вентвыбросов, стоков и шламов;

- снижение экологического воздействия стоков и выбросов гальванических производств на окружающую среду.

Все эти перспективные направления нашли отражение при выполнении заданий подпрограммы «Гальванотехника» в БГТУ.

Учеными БГТУ, было установлено, что применение ультрадисперсных алмазов и наноструктурированного углерода в процессе получения композиционных электрохимических покрытий позволяет получать новые материалы с новыми свойствами. Так КЭП на основе цинка обладает повышенными защитными свойствами по сравнению с обычным цинковым покрытием что позволяет существенно уменьшить толщину покрытия при сохранении требуемой защитной способности, КЭП на основе хрома значительно превосходит традиционное хромовое покрытие по твердости, износостойкости и термической устойчивости, а КЭП на основе никеля и железа обладает повышенными эксплуатационными свойствами в особенности при производстве алмазного режущего и шлифовального инструмента.

Применение нестационарного электролиза позволяет существенно улучшить эксплуатационные характеристики как обычных гальванических покрытий, так и КЭП, такие как твердость, износостойкость, защитная способность, а также внешний декоративный вид.

При этом снижаются энерго- и материалоемкость, а также снижение себестоимость покрытий. Кроме того, применение нестационарного электролиза позволяет увеличить скорость осаждения покрытий в 2 – 3 раза, получать различные типы покрытий (матовое, полублестящее, блестящее) изменяя только электрические параметры поляризирующего тока.

Так, разработана ресурсосберегающая технология нанесения композиционных хромовых покрытий, содержащих углеродные наноматериалы (УНМ), с повышенными прочностными, коррозионными,

антифрикционными свойствами.

Электролитическое железнение является эффективным способом восстановления и упрочнения поверхности различных изделий от инструмента до колесных пар подвижного состава. Большая скорость осаждения железа и низкая стоимость исходного материала определяют экономическую целесообразность этого процесса. Учеными БГТУ разработана технология модернизации процесса железнения с использованием активированных нанокристаллических материалов направлена на повышение триботехнических, декоративных, защитных свойств покрытий, интенсификацию процесса осаждения.

На кафедре Х,ТЭХПиМЭТ БГТУ разработана электрохимическая технология получения функциональных композиционных никель-алмазных покрытий с варьированием содержания ультрадисперсных алмазов и регулированием микротвердости в низкотемпературных электролитах без добавки борной кислоты. Данный технологический процесс может применяться при нанесении покрытий различного назначения и осаждать никелевые покрытия толщиной до 400 мкм и в настоящее время внедрен на НПО «Система» при производстве алмазного режущего инструмента, как для промышленности, так и для стоматологии.

Применение нестационарных токовых нагрузок и ультразвука (УЗ) дает возможность получать равномерные мелкокристаллические покрытия с высокими скоростями осаждения. Поэтому применение ультразвука и импульсного электролиза для электроосаждения многих электрохимических покрытий представляется актуальным для интенсификации процессов и получения покрытий с улучшенными характеристиками. Так, в БГТУ разработана ресурсосберегающая технология электрохимического осаждения меди и ее сплавов на стальную и чугунную основу.

На кафедре Х,ТЭХПиМЭТ БГТУ разработана универсальная электрохимическая технология электрополирования изделий из нержавеющей стали, деформируемых сплавов алюминия, меди и ее сплавов. Данная технология обеспечивает декоративную обработку поверхности деталей, подготовку поверхности металлических изделий перед нанесением покрытий.

Гальваническое производство сопровождается образованием большого количества жидких отходов: 0,5—1,0 м³ на 1 м² гальванических покрытий. Экологическая опасность гальванического производства заключается в содержащихся в сточных водах в растворенном виде ионов хрома, кадмия, никеля, ртути, свинца, цинка, меди и различных химических соединений, которые обладают высоким токсич-

ным, канцерогенным и мутагенным влиянием на живые организмы.

Трудности обезвреживания и захоронения отходов гальванического производства привели к значительному их накоплению на предприятиях, что серьезно осложнило экологическую ситуацию.

Известно, что гальванические шламы можно использовать в качестве добавок при производстве бетона, керамзита, асфальта, пигментов, катализаторов и других материалов. Поскольку соединения железа преобладают в шламах, то их целесообразно перерабатывать на коричневые и красные пигменты.

Как показали исследования, проведенные на кафедре ОХТ БГТУ одним из направлений в решении проблемы использования гальваношламов как сырья для получения пигментных материалов может явиться химическое модифицирование, позволяющее варьировать его химический состав. С этой целью в сырьевой материал вводят хромофорсодержащие оксиды (железа, никеля, хрома, кобальта и других), при этом возможно расширение цветовой гаммы пигментов.

Еще одно направление переработки гальванических шламов - получение цветных глазурных покрытий для декорирования плиток для полов. Данная технология разработана в БГТУ под руководством профессора Левицкого И.А.

Важным и перспективным направлением в области снижения экологической опасности гальванических производств является совершенствование технологий очистки сточных вод и внедрение новых, которые обеспечат выполнение современных стандартов, возврат воды в оборотный цикл, формирование утилизируемых осадков.

Признаком современного гальванического производства являются локальные системы безреагентной очистки гальваносточков от одной линии с отдельной утилизацией всех цветных металлов и твердой фазы отходов при наличии централизованной системы очистки.

Примером такой разработки может служить технология рекуперация отработанного электролита цинкования разработанная в БГТУ. Разработанный процесс позволяет эффективно извлекать цинк как из щелочного отработанного электролита цинкования, при этом конечный продукт представляет собой металлический цинк, пригодный для реализации. Рекуперация отработанного цинкатного электролита электрохимическим методом не создает вторичного загрязнения отработанного раствора.

Работы ученых БГТУ являются не только ответом на запросы промышленности но и направлены в будущее, на перспективу развития новых областей знания и новых производств.

Основными перспективными направлениями развития энергетики является малая энергетика, основанная на высокоэффективных установках, возобновляемая энергетика; биоэнергетика (использование энергии местных видов топлив, торфа, ТБО и др., отходов сельского, лесного хозяйства и пищевой промышленности для энергетических целей). Зеленая энергетика - одно из перспективнейших направлений альтернативной энергетики, так как позволяет не только получать энергию, но и существенно снизить неблагоприятное воздействие человека на окружающую среду. Дополнительными требованиями к современным источникам энергии являются отсутствие негативного влияния на окружающую среду и здоровье человека, экономичность. В период приоритетности импортозамещения в России и Республике Беларусь ключевой задачей является становление и развитие отрасли зеленой возобновляемой энергетики через развитие уже существующей малой энергетики с использованием передовых отечественных разработок технологий и оборудования. По данному направлению БГТУ совместно с учеными Уральского федерального университета и Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН подготовили проект Концепции программы Союзного государства "Зеленая энергетика" которая проходит в настоящее время согласование в органах государственной власти.

Реализация данной программы «Зеленая энергетика» позволит:

- создать высокоэффективные энергоустановки на базе топливных элементов, отвечающих современным экологическим требованиям и использующие потенциал отходов сельского, лесного хозяйства и пищевой промышленности, энергии торфа, энергии твердых бытовых отходов для обеспечения электропитанием станций катодной (противокоррозионной) защиты, питания телеметрического оборудования мониторинга состояния газопроводов и телеметрических радиорелейных систем в трудно доступных районах;
- обеспечить автономное электроснабжение хозяйственных и жилых объектов и развитию производств отраслевых товаров и услуг в районах, не подключенных к сетям централизованного энергоснабжения.