

оприлюднених на наукових форумах – від регіональних до закордонних (Польща, Росія, Велика Британія, Болгарія, Австралія, Німеччина, Білорусь, Мальта та ін.).

Розповсюдженню наукового доробку сприяє як багаторічна робота міського науково-технічного семінару "Досягнення технічної електрохімії – виробництву" для представників підприємств, організація якого неможлива без доц. В.М. Артеменко та інж. Т.П. Кулікової, так і започаткована 2008 року на базі НТУ "ХПІ" Всеукраїнська науково-технічна конференція "Молодіжний електрохімічний форум", ініціаторами якого стали проф. М.В. Ведь, доц. В.В. Штефан, м.н.с. О.С. Шепеленко, аспіранти Т.О. Ненастіна, В.О. Савченко та Т.М. Байрачна.

Що ж до останньої – творча активність довела її аж до Бостона, де вона проходить стажування в університеті за підтримки фонду Фулбрайта, яке виборола завдяки своїй наполегливості і працездатності.

А що ж до історії – то, як кажуть в Україні:  
"У кожної нації – свої номінації"!

*Надійшла до редколегії 11.05.10*

УДК 541.135:669.064

**Л.В. ЛЯШОК**, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», г. Харків, Україна

## **ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ**

Розглянуто досягнення роботи та впровадження наукових розробок творчого колективу галузевої лабораторії технічної електрохімії. Показано найважливіші проблеми, завдання сучасної технічної та прикладної електрохімії, а також перспективи подальших розробок в галузі нанотехнології та створення електродних матеріалів із заданими властивостями.

Рассмотрены достижения работы и внедрения научных разработок творческого коллектива отраслевой лаборатории технической электрохимии. Показаны важнейшие проблемы, задачи современной технической и прикладной электрохимии, а также перспективы дальнейших разработок в области нанотехнологии и создания электродных материалов с заданными свойствами.

Achievements of scientific development and implementation of the creative team of technical research laboratory of electrochemistry are considered. The most important problems, tasks of modern technical and applied electrochemistry, as well as prospects for further developments in the field of nanotechnology and the creation of electrode materials with desired properties are shown.

На кафедре технической электрохимии с 1965 по 1995 гг. успешно работала отраслевая лаборатория Министерства электронной промышленности.

Под руководством профессоров Ф. К. Андриященко, Б. И. Байрачного, доцентов Л. В. Ляшок, Т. П. Ярошок, В. П. Гомозова, инженера Т. В. Ореховой и др. разработаны и усовершенствованы процессы производства ниобиевых, танталовых оксидно-полупроводниковых конденсаторов, широко используемых в радиоэлектронной аппаратуре (рис. 1, 2).

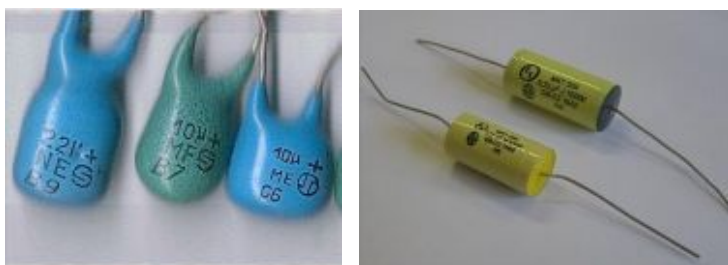


Рис. 1. Конденсаторы



Рис. 2. Конденсаторы

Изучены механизм образования и кинетика роста анодной оксидной пленки на вентильных металлах (Nb, Ta, Al), что позволило получить диэлектрик с заданными характеристиками и улучшить качество оксидно-полупроводниковых конденсаторов. Результатом работы было получение 8 авторских свидетельств, защита докторской и трех кандидатских диссертаций, издание в 1985 г. монографии “Электрохимия вентильных металлов” (авторы: Байрачный Б. И., Андриященко Ф. К.) и в 1992 г. – учебного пособия [1]. Создание курса лекций и лабораторного практикума.

Результаты работ успешно внедрялись на предприятиях отрасли.

По заказу предприятий Украины и России в отраслевой лаборатории Электрохимии проводились исследования по совершенствованию технологий первичных химических источников тока серебряно-цинковых и марганцево-цинковых систем, оптимизации состава активных масс положительных и отрицательных электродов.

Были разработаны сепараторы, которые обеспечивали свободный доступ электролита в межэлектродное пространство, быструю пропитку электродов, что делало невозможным его вытекание на поверхность корпуса.

На разработку сепаратора получено авторское свидетельство.

В 2003 г. проф. Б. И. Байрачным написан учебник [2]. Для студентов специальности “Техническая электрохимия” по направлению подготовки “Химическая технология и инженерия” создан курс лекций по технологии производства первичных и вторичных ХИТ, а также по проектированию оборудования, необходимому для таких производств.

Важным аспектом при решении проблемы ресурсосбережения в Украине является разработка и промышленная реализация эффективных гидроэлектрометаллургических методов комплексной переработки вторичных ресурсов, содержащих цветные, благородные и редкие металлы.

Содержание драгоценных металлов во вторичном сырье, значительно выше, чем в рудном. Эти металлы высоко ценятся и имеют постоянную ликвидность на широком рынке. В Украине, которая имела очень развитую промышленность, накопилось большое количество отходов электронной техники и отработанных катализаторов.

Для вовлечения в сферу промышленного использования вторичных благородных и редких металлов перспективными с точки зрения экологии и экономически целесообразными являются электрохимические технологии переработки техногенного сырья (рис. 3, 4).

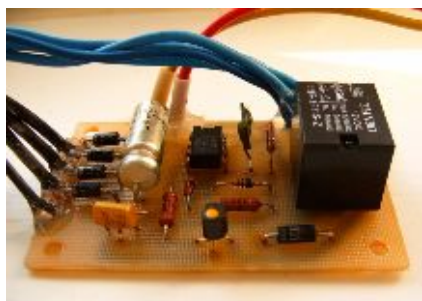


Рис. 3. Отходы электронной техники



Рис. 4. Отработанные катализаторы

Основные преимущества таких технологий – получение чистых металлов, минимальное количество реагентов, вовлекаемых в процесс, что существенно упрощает решение проблем оборота промышленных растворов и защиты окружающей среды; возможность полномасштабной автоматизации.

Электрохимические методы переработки техногенного сырья могут быть использованы на любых стадиях передела: предварительная стадия – концентрирование, заключительная стадия – аффинаж.

На кафедре технической электрохимии совместно с ОАО “УкрСибВДМ” в 1990 – 1995 гг. разработаны технологические процессы концентрирования

и переработки платино-, золото- и серебросодержащего вторичного сырья из отходов радиоэлектронной, электротехнической промышленности и др. Разработаны и внедрены в производство технологии, которые включают операции классификации и систематизации лома и отходов, содержащих драгоценные металлы; их подготовку к переработке. Созданы технологические схемы извлечения драгоценных металлов из вторичного сырья, аффинаж, проведено электрохимическое рафинирование с получением чистых металлов (рис. 5) [3, 4, 5].

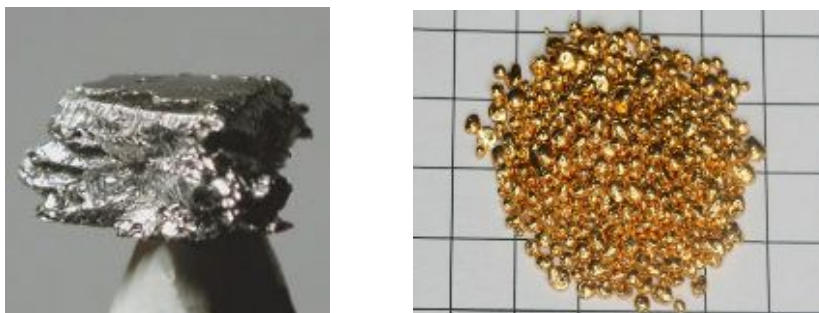


Рис. 5. Металлы высокой чистоты, полученные из вторичного сырья

Металлы высокой чистоты обладают уникальными свойствами и во многом определяют уровень развития техники и технологии. Для многих высокочистых металлов электролиз является единственным экономически оправданным промышленным методом их получения. Для повышения чистоты металлов, получаемых электрохимическим рафинированием, используют комплекс приемов, направленных на сведение к минимуму проникновения примесей в прикатодное пространство и создание неблагоприятных условий для включения этих примесей в катодные осадки.

Наиболее жесткие требования к чистоте металлов и материалов предъявляют полупроводниковая электроника и атомная энергетика. Это связано с тем, что электрофизические и ядерные свойства металлов и материалов более чувствительны к их чистоте, чем физико-химические, и сильно зависят от природы некоторых примесей, называемых лимитирующими.

Содержание примесей в металлах и элементах, применяемых в этих двух отраслях промышленности, использующих 4/5 всех химических элементов, не должно превышать  $10^{-6}$  –  $10^{-10}$  %. Требования к чистоте металлов и глубине их очистки непрерывно растут, в связи с этим совершенствуются известные и разрабатываются новые технологии получения сверхчистых металлов, металлоидов и материалов на их основе. По результатам работ получено 5 патентов.

Для студентов по направлению подготовки “Химическая технология и инженерия” написан учебник “Технічна електрохімія. Ч.IV. Гідроелектрометалургія” (авторы: Байрачный Б. И., Ляшок Л. В.), создан курс лекций, проводится лабораторный практикум.

Вольфрам, молибден и рений широко используют в современной технике. Вольфрам и молибден являются легирующими элементами в производстве специальных сталей. На основе карбида вольфрама изготавливают большинство твердых сплавов. Ввиду высокой стоимости металлов, переработка их отходов имеет важное значение.

Для переработки отходов тугоплавких металлов разработан электрохимический способ. Отходы металлов или сплавов растворяют электрохимически, при этом выход по току близок к 100 %.

Из раствора выделяют паравольфрамат аммония, из которого получают вольфрамовый ангидрид. С помощью электролиза ионных расплавов возможно получать порошок вольфрама и молибдена высокой степени чистоты и с высоким выходом по току. Для студентов по направлению подготовки “Химическая технология и инженерия” в 2007 году написан учебник по редким, рассеянным и благородным металлам, создан курс лекций, проводится лабораторный практикум [6].

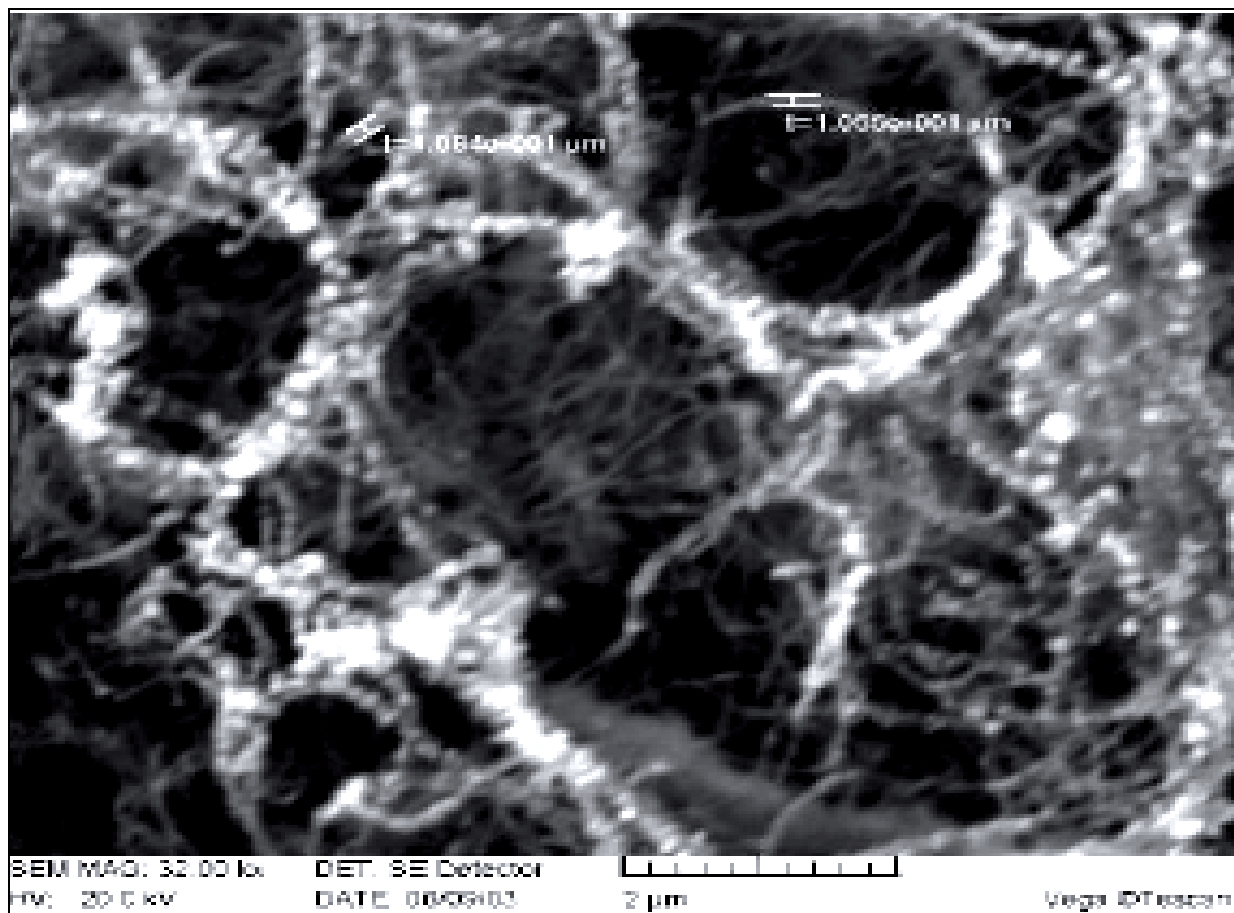
На кафедре технической электрохимии под руководством профессоров Байрачного Б.И. и Ляшок Л.В. активно разрабатывается новое научное направление – электрохимический синтез электронпроводящих полимеров – полианилина, полипиррола, политиофена.

На основе полианилина создан перезаряжаемый химический источник тока стержневой, таблеточной и рулонной конструкций с цинковым или литиевым анодом. Максимальная емкость составляла 110 – 150 А·ч/кг в зависимости от используемого электролита. По результатам работы защищена кандидатская диссертация [7].

В настоящее время перспективными являются технологии с использованием наноматериалов. Потому дальнейшие исследования направлены на конструирование каталитических систем путем иммобилизации в объем электропроводного полимера – полианилина, наноразмерных частиц палладия, которые являются эффективными электрокатализаторами для ряда процессов и используются в водородных сенсорах (рис. 6). Электрохимические сенсоры водорода обеспечивают селективность, долговременную стабильность параметров. Интерес к таким системам проявляется во всем мире.

На основе проведенной научно-исследовательской работы создан сенсор водорода с твердым электролитом. Чувствительность сенсора мало зависит от влажности, что очень важно при измерениях в криогенной технике.

По результатам работ получен 1 патент.



Вид образца сверху.

Рис. 6. Палладий покрывает почти всю поверхность полианилина

Использование электронпроводящих полимеров для создания газовых сенсоров имеет ряд преимуществ по сравнению с металлами и полупроводниками: их проще синтезировать, они дешевле и обладают пластичностью

Таким образом, завершая эту статью, с разумной долей преувеличения можно считать, что основной целью промышленного производства цветных, редких, благородных металлов, а также внедрения научных разработок творческого коллектива, является попытка сделать их доступными для самых различных отраслей промышленности, в том числе и ориентированных непосредственно на удовлетворение запросов человека.

Решение этой задачи – есть достижение цели.

**Список литературы:** 1. *Байрачный Б.И.* Физико-химические основы производства оксидно-полупроводниковых конденсаторов: учебн. пособие / *Б.И. Байрачный, Л.В. Ляшок, В.Н. Гурин.* – К.: УМК ВО, 1992. – 168 с. 2. *Байрачный Б.И.* Технічна електрохімія: підручник / *Б.И. Байрачний.* – Харків: НТУ “ХПІ”, 2003. Ч. 2: Хімічні джерела струму. – 2003. – 174 с. 3. Патент № 32700А, Україна, МПК С 25С 1/20. Спосіб вилучення паладію з матеріалів, які його містять / *Байрачний Б.І., Ляшок Л.В., Черкацин І.І., Байкова Т.Ф.*; заявник и патентовласник Харківський державний політехнічний університет та АТ “Українсько-Сибірська компанія вторинних дорогоцінних металів”. – № 98020660; заявл. 06.02.1998; опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1. 4. Патент № 35790 Україна, МПК С22В 3/44, С22В 11/00. Спосіб отримання порошку срібла / *Байрачний Б.І., Ляшок Л.В., Орехова Т.В., Горова Т.М.*; заявник и патентовласник НТУ “ХПІ”. – № u200803918; заявл. 28.03.2008; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19. 5. Патент № 36293 Україна, МПК С25С 1/00, С22В 11/00. Спосіб отримання порошку паладію з паладієвмісного брухту / *Байрачний Б.І., Ляшок Л.В., Орехова Т.В., Афоніна І.О.*; заявник и патентовласник НТУ “ХПІ”. – № u200804530; заявл. 09.04.2008; опубл. 27.10.2008, Бюл. № 20. 6. *Байрачний Б.І.* Рідкісні, розсіяні, благородні елементи. Технологія виробництва та використання: підручник / *Б.І. Байрачний, Л.В. Ляшок.* – Харків: НТУ “ХПІ”, 2007. – 287 с. 7. Патент № 21180А, Україна, МПК НО1М 4/60, НО1М 10/40. Спосіб електрохімічного синтезу поліанілінового покриття / *Байрачний Б.І., Ляшок Л.В., Васильченко О.В., Орехова Т.В.*; заявник и патентовласник Харківський політехнічний інститут. – № 93005059; заявл. 06.04.1993; опубл. 04.11.1997, Бюл. № 6.

*Поступила в редколлегию 10.06.10*

*УДК 621.357.7*

***Л.В. ТРУБНИКОВА***, канд. техн. наук, ст. научн. сотруд., НТУ “ХПИ”,  
г. Харьков, Украина

## **КОМПЛЕКСНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ – ОТ СТОЧНЫХ ВОД ДО НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

Представлено результати дослідження електродних процесів виділення металів з комплексних електролітів і розробок нових технологічних процесів за новими напрямками - електроекстракції металів з ванн уловлювання гальванічних ліній у вигляді шарів металів на оброблюваних деталях й електрохімічного формування композиційно-модульованих металевих ламінатів.

Представлены результаты исследования электродных процессов выделения металлов из комплексных электролитов и разработок новых технологических процессов по новым направлениям – электроэкстракции металлов из ванн улавливания гальванических линий в виде слоя металлов на обрабатываемых деталях и электрохимического формирования композиционно-модулированных металлических ламинатов.