

**В.С. КУБЛАНОВСЬКИЙ**, докт. хім. наук, ІЗНХ НАН України, м. Київ

## **ЕЛЕКТРОХІМІЯ В УКРАЇНІ**

Подано історичний розвиток електрохімії на Україні та інституті загальної неорганічної хімії НАН. Останнім часом коло електрохімічних процесів розширюється, акумулюючи в собі різноманітні напрями науки. Прикладне значення електрохімії має суттєвий вплив на різні галузі техніки.

Представлено историческое развитие электрохимии на Украине и институте общей неорганической химии НАН. В настоящее время круг электрохимических процессов расширяется, аккумулируя в себе различные направления науки. Прикладное значение электрохимии имеет существенное влияние на различные отрасли техники.

The historical development of electrochemistry in Ukraine and, particularly, in the Institute of General Inorganic Chemistry of NAS, is presented. Currently, the scope of electrochemical processes is expanding, accumulating different fields of science. Applied electrochemistry value has a significant influence on various branches of engineering.

Електрохімія – наука, що вивчає хімічні процеси, пов’язані з проходженням або виникненням електричного струму і потенціалу, та явища на заряджених міжфазних границях.

Об’єкти електрохімії – конденсовані іонні системи; заряджені міжфазні границі; процеси на електродах – провідниках, напівпровідниках або діелектриках (зокрема на межі з вакуумом чи з газами) і в електролітах (іонних провідниках). Таким чином, електрохімія охоплює всі форми взаємодії між рухливими зарядженими частками в конденсованих фазах у статиці й у динаміці на границях розподілу фаз та в їх об’ємі.

Існують і інші визначення (дефініції) електрохімії. Наприклад, “електрохімія – це частина хімії, що вивчає перетворення речовин на межі розподілу електричний провідник першого роду – електричний провідник другого роду, що відбуваються за участю вільних електронів”; або “електрохімія – галузь науки, яка вивчає властивості систем, що містять іонні провідники, та перетворення речовин на межі поділу фаз з участю заряджених часток (іонів, електронів)”.

Останнім часом відбувається різке розширення кола електрохімічних процесів і нових електродних матеріалів, тому рамки електрохімічних досліджень розкриваються все ширше, акумулюючи в собі найрізноманітніші на-

прямки наук – і традиційні фізичні, біологічні, і дослідження в області матеріалознавства, хімії твердого тіла, тощо. Так, на стику наук, з'явилося багато зовсім нових розділів електрохімії – біоелектрохімія, фотоелектрохімія, наноелектрохімія, електрохімія поверхні, екологічна електрохімія та ін.

Традиційно електрохімію розділяють на теоретичну та прикладну (або технічну електрохімію чи електрохімічні виробництва). Теоретична електрохімія вивчає загальні закономірності електрохімічних реакцій і електролітів у статичному стані та в динаміці. Теоретична електрохімія є науковою базою прикладної електрохімії і забезпечує раціональний підхід до рішення проблем електрохімічної технології. Прикладна електрохімія розглядає можливості застосування електрохімічних реакцій для здійснення технологічних процесів та створення електрохімічних пристроїв.

Прикладне значення сучасної електрохімії важко переоцінити. Електрохімічні процеси є основою багатотоннажного хімічного металургійного виробництва різних речовин. Сучасні електрохімічні джерела струму різного призначення (первинні елементи й акумулятори) широко використовуються в багатьох галузях техніки й народного споживання, і виготовляються промислово мільярдними партіями. Не менш широкого розповсюдження набули й інші різноманітні електрохімічні процеси й пристрої.

З електрохімічними явищами зв'язані процеси корозії металів, що наносять величезні збитки народному господарству.

Електрохімія є відносно молодою наукою, вік якої нараховує трохи більше двох сторіч. Зародження електрохімії як науки зазвичай пов'язують із відкриттям італ. анатома, фізіолога та фізика Л. Гальвані, опублікованим у 1791 році ("De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius" / "Трактат про сили електрики при м'язовому русі"). Іншому італійському вченому А. Вольта вдалося в 1800 році сконструювати перше хімічне джерело струму (воно складалося зі срібних і олов'яних електродів, розділених пористими прокладками, змоченими розчином солі). Саме після цього, надзвичайні властивості електрохімічних ланцюжків стали предметом вивчення нової науки – електрохімії.

Найбільш вагомі етапи розвитку електрохімії наступні: відкриття законів електролізу (Фарадей, 1832 р.), створення першої теорії подвійного електричного шару на межі метал-електроліт (Гельмгольц, 1879 р.), створення теорії виникнення напруги в електрохімічних системах, що дозволила одержати кількісні вирази для електродних потенціалів (Нернст, 1889 р.) В 1930 р.

Эрдей-Груз і Фольмер створили теорію уповільненого розряду-іонізації. Трохи згодом, у 1933 р. А.Н. Фрумкін об'єднав теорії уповільненого розряду іонів і будови подвійного шару Штерна, заклавши основи сучасної теорії кінетики електродних процесів.

Звертаючись до історії, можна показати, що в Україні рівень теоретичної та прикладної електрохімії завжди був високий і в ряді напрямків не поступався світовому. Становлення електрохімії в Україні як самостійної галузі хімічної науки відбувалося у другій половині XIX та на початку XX століть. Починаючи з 1860 року публікуються роботи дослідників, які працюють в Києві, Харкові, Одесі. Особлива роль в цьому належить видатним вченим того часу – О.М. Бутлерову, М.А. Бунге, М.Д. Зелінському, роботи яких присвячені електролізу органічних сполук; М.М. Бекетову, який встановив електрохімічний ряд напруг металів; В.О. Кістяковському – це роботи з електрокристалізації, корозії та пасивності металів, до речі термін “електрокристалізація” саме ним було введено в науку; А.Н. Саханову, Л.В. Писаржевському, В.О. Плотнікову, які успішно розвили теорію розчинів, зокрема електропровідності; М.М. Каяндеру, який на кілька років раніше за Ареніуса висловив думку про дисоціацію молекул у розчинах; О.І. Бродському та Н.А. Ізмайлову в галузі електрохімії розчинів; В.А. Ройтеру, який довів справедливність теорії сповільненого розряду для випадку металевого перенапруження; Е.С. Бургсеру, В.М. Кемулі, Є.М. Скобцу в області розвитку теорії та практики полярографії; М.І. Усановичу, який поширив поняття кислоти і основи на неводні електроліти; Л.І. Антропову, який запропонував приведену шкалу потенціалів, автору унікального підручника “Теоретична електрохімія”; С.Б. Шишковському, В.Ф. Тімофєєву та іншим.

Історично, на Україні дослідження в області електрохімії проводились в багатьох вузах, Інститутах Академії наук України та галузевих інститутах. Основні існуючі школи сформовані вченими-електрохіміками міст Києва, Дніпропетровська, Харкова, а також Одеси, Чернівців, Львова, Чернігова, Северодонецька, Запоріжжя, Хмельницького, та ін. Досягнення цих шкіл відображені у багатьох монографіях. Нижче наведені деякі з основних наукових напрямків українських електрохіміків.

Електрохімія іонних розплавів та неводних електролітів. В.О.Плотніков, започаткував дослідження електрохімії водних, неводних та розплавлених електролітів, які в 20 – 30-х роках XX сторіччя розвинулись в оригінальний науковий напрямок, що отримав назву “Київська електрохімічна школа”, та у

подальшому набув всесвітнього визнання. Створена В.О. Плотніковим теорія механізму провідності сумішей стала класичною. Роботи з електрохімії та термодинаміки іонних розплавів були продовжені В.О. Ізбековим і Ю.К. Делімарським та їх учнями. Були отримані фундаментальні результати з кінетики електродних процесів в розплавах (О.В. Городиський, Е.В. Панов, Д.А. Ткаленко, Н.Х. Туманова); з термодинаміки та будови подвійного шару (Б.Ф. Марков, ім'ям якого названо ефект дискретності іонів, специфічно адсорбованих на електроді); будови іонних розплавів та комплексоутворення (С.В. Волков, В.Д. Присяжний); кислотно-основних рівноваг в розплавах, електрохімічного синтезу функціональних матеріалів та сполук (В.І. Шаповал, М.С. Слободяник); природи провідності поліфункціональних провідників (А.А. Веліканов). Одержані фундаментальні результати дозволили створити принципово нові піроелектрометалургічні технологічні процеси та обладнання, що знайшли широке використання в різних галузях промисловості. Вперше в світі, в практику кольорової металургії впроваджено електрохімічні процеси отримання свинцю та вісмуту, утилізації вторинної сировини в іонних розплавах (О.Г. Зарубицький, А.О. Омельчук). Створено електрохімічну теорію і практику неводних розчинів (Я.А. Фіалков, І.А. Шека, Ю.Я. Фіалков, В.М. Плахотнік).

Інший напрямок – дослідження закономірностей кінетики та механізму електродних процесів в водних розчинах, привів до створення нових гідроелектрометалургічних процесів та синтезу неорганічних речовин (В.В. Стендер, А.К. Горбачов); одержання надчистих металів (І.А. Шека, Д.П. Зосімович, Л.Х. Козін); одержання дисперсних металів і сплавів (О.К. Кудра, Е.М. Натансон); створення теорії та практики функціональних покриттів металами та сплавами (Л.І. Каданер, В.В. Орехова, В.С. Кублановський, Н.Д. Іванова, М.І. Донченко); створення теорії адсорбційної хімічної поляризації та розробки на її основі технологічних процесів нанесення покриттів (М.О. Лошкар'єв, Ф.Й. Данілов, Ю.М. Лошкар'єв); створення теорії нестационарних процесів (О.В. Городиський, В.І. Черненко, Н.О. Костін); розробки технологічних аспектів гальванотехніки (А.М. Сисоєв, Б.І. Байрачний, Ф.К. Андрющенко), застосування нерівноважної термодинаміки (А.В. Памфілов, О.І. Лопушанська, Я.Ю. Тевтуль, В.В. Нечипорук); визначення ролі термодинамічних досліджень та періодично протікаючих процесів при електроосадженні (Д.Н. Грицан, В.І. Ларін, В.Д. Калугін).

Розвиваються роботи з органічної електрохімії – обґрунтування концеп-

ції використання іон-радикалів, як електрокаталізаторів різноманітних хімічних реакцій (В.Д. Походенко, В.Г. Кошечко); та електрохімії полімерів – теорія і практика одержання на поверхні металів впорядкованих макромолекулярних структур та їх деструкції (Г.С. Шаповал, О.А. Пуд, М.Д. Сахненко); електрохімічна полімеризація вінілових мономерів (Є.П. Ковальчук).

Хімічні джерела струму та перетворювачі енергії. О.К. Давтяну належить перша у світі монографія, в якій він теоретично обґрунтував електрохімічні процеси в паливних елементах, вперше у світі розробив середньотемпературні паливні елементи – базову складову сучасних електрохімічних генераторів струму. Були розроблені повітряно-цинкові батареї та алюміній-повітряні батареї для автотранспорту (О.К. Давтян, В.О. Преснов); електрохімічні генератори на основі системи гідрозин-пероксид водню (Н.Д. Кошель); літєві джерела струму різного призначення (В.Д. Присяжний, О.М. Шембель, Ю.М. Малетін), створено теорію електрохімічних процесів в пористих електродах та діафрагмах (О.С. Ксенжек); теорію і технологію кадмій-нікелевих акумуляторів (Л.Н. Сагоян); показано можливість одержання безметальних акумуляторів на основі органічних сполук (О.С. Ксенжек, В.З. Барсуков). Розроблені ефективні напівпровідникові аноди для фотоелектрохімічних систем перетворення сонячної енергії (В.А. Тягай, А.Т. Васько, Г.Я. Колбасов); електрохімічні сенсори екологічної безпеки повітря та техногенних середовищ (В.П. Чвірук).

Висококваліфікованих фахівців в галузі електрохімії готують в багатьох вузах України: Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Український державний хіміко-технологічний університет, “Львівська політехніка”, Київський національний університет технологій і дизайну.

*Надійшла до редколегії 31.05.10*