

**ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ "ЗЕЛЕНОГО" ВОДНЮ**

*Проценко В. С., Шайдеров Д. А., Леванюк О. О., Бутиріна Т. Є.*

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Vprotsenko7@ukr.net

Розробка ефективних і доступних електрокаталізаторів для одержання "зеленого" водню шляхом електролізу водних розчинів залишається однією з ключових задач сучасної електрохімії. Серед перспективних підходів особливу увагу привертає електроосадження покриттів із неблагородних металів, зокрема нікелю, який поєднує високу каталітичну активність і корозійну стійкість із відносно низькою вартістю. Однак застосування традиційних водних електролітів для осадження такого роду електрокаталізаторів має низку обмежень, що ускладнюють отримання стабільних і активних електрокаталітичних покриттів. У зв'язку з цим у останні десятиліття зростає інтерес до електроосадження з використанням альтернативних неводних середовищ, зокрема низькотемпературних евтектичних розчинників (deep eutectic solvents, DES), які забезпечують низку переваг над водними розчинами і органічними розчинниками. DES характеризуються розширеним вікном електрохімічної стабільності, кращою розчинністю металевих комплексів і можливістю керування ростом наноструктур, що сприяє формуванню каталітично активних поверхонь із бажаною морфологією. Крім того, DES демонструють нижчу токсичність і підвищену термічну стабільність, що робить їх привабливими для практичних застосувань і масштабування технологій.

У даній роботі ми електроосаджували електрокаталітичні покриття на основі нікелю з евтектичної суміші холін хлориду і карбаміду (при молярному співвідношенні компонентів 1:2, відповідно, так званий евтектичний іонний розчинник reline), в якій розчиняли  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (джерело іонів нікелю). Було показано, що в гальваностатичному режимі з цього розчину на катоді вдається осаджувати покриття, що є сумішшю металічного нанокристалічного нікелю та оклюдованих частинок гідроксиду нікелю. Такі покриття мають добру адгезію до стандартних субстратів (сталь, платина, мідь тощо) і завдяки наявності на поверхні активних центрів, що містять нікель у різних ступенях окислення ( $\text{Ni}/\text{Ni(II)}/\text{Ni(III)}$ ), проявляють високу активність у різноманітних електрокаталітичних процесах, зокрема катодному виділенню водню, анодному виділенню кисню у лужному середовищі, а також у реакції електроокислення карбаміду, яка є потенційною заміною реакції виділення кисню, забезпечуючи при цьому суттєве зниження енерговитрат при електролізі.

У даній роботі уперше виявлено, що електрокаталізатори на основі Ni, осаджені з DES reline, є вельми ефективними не тільки при електролізі лужних водних розчинів, але й при застосуванні як електроліту модельованої морської води (0.5 M NaCl), яка розглядається як економічно привабливий і екологічно обґрунтований для морських країн (зокрема України) ресурс для електролізу при синтезі "зеленого" водню.

Таким чином, показано що застосування DES-вмісних електрохімічних систем при електроосадженні відкриває нові можливості для створення високоєфективних, стабільних і відносно дешевих поліфункціональних електрокаталізаторів для генерування "зеленого" водню, в тому числі з використанням електролітів на основі морської води ("sea water electrolysis"), які можуть бути використані як для реакції катодного виділення водню, так і для реакцій анодного окислення карбаміду і виділення кисню.