

УДК 662.769.2

І.М. Сарняк, В.І. Гетманюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ ЕЛЕКТРОЛІЗІ ВОДНЮ ЗА РАХУНОК ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОСАДЖУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЕЛЕКТРОДІВ

I.M. Sarniak, V.I. Hetmaniuk

REDUCTION OF ELECTRICITY LOSSES DURING HYDROGEN ELECTROLYSIS DUE TO ELECTROCHEMICAL DEPOSITION OF THE ELECTRODE SURFACE

Зростання кількості енергетичних установок, що використовують джерела відновлюваної енергії, які входять до складу систем енергопостачання на регіональному, національному та міжнародному рівнях України потребує все більшої уваги технологій перетворення і зберігання енергії, щоб компенсувати її коливання та збалансувати надлишок і дефіцит згідно з потребами енергетичного ринку.

Генерація водню і кисню – це одна з технологій, яка може забезпечити зберігання великої кількості енергії у вигляді водню під високим тиском і використання його як екологічного палива для автотранспорту. Порівняно з іншими методами отримання водню, електроліз відрізняється простотою технологічної схеми, можливістю ефективного використання відновлювальних джерел енергії, доступністю сировини і відносною легкістю обслуговування енергетичних установок. Істотним недоліком електрохімічного методу отримання водню є велика енергоємність процесу розкладання води [1].

Одним з шляхів зменшення затрат електричної енергії при електролізі водню є зменшення перенапруг катодного та анодного процесів. Перенапруга анодного виділення кисню при електролізі водних розчинів складає значну частину загальної напруги на електролізі і суттєво впливає на затрати електроенергії.

Для зниження катодної та анодної перенапруг при одержанні водню електролізом лужного розчину використовують різні методи модифікації поверхні електродів. В цій роботі для поверхневого модифікування сталевих (12X18H10T) та нікелевих електродів запропоновано електрохімічно осаджувати на них тонкі нікелеві покриття з сульфатно-хлоридного електроліту, в якому створена суспензія подрібнених оксидів ванадію, ніобію або танталу.

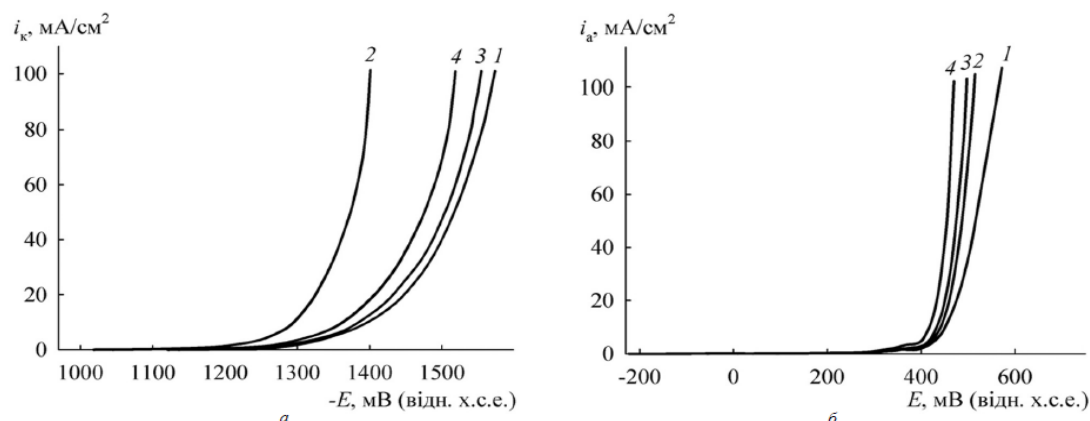
В якості базового нікелевого електроліту був використаний сульфатно-хлоридний електроліт наступного складу (г/л): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -310, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -50, H_3BO_3 -40, рН 3,5. Нікель осаджували з такого електроліту при густині катодного струму 30 mA/cm^2 і температурі 60°C . Катодами були пластини зі сталі 12X18H10T або нікелю.

Для осадження композиційних нікелевих покриттів в нікелевий електроліт добавили подрібнені порошки оксидів в кількості 5 г/л. Під час електролізу електроліт перемішували за допомогою магнітної мішалки. Випробували густини струму $20\text{-}200 \text{ mA/cm}^2$ при тривалості електролізу 1-30 хв. і температурі електроліту $50\text{-}60^\circ\text{C}$.

Порівняльні дослідження катодного виділення водню та анодного виділення кисню з 30% розчину КОН ($25\text{-}75^\circ\text{C}$) на електродах, поверхнево модифікованих композиційними нікелевими покриттями та нікелевим покриттям без включень, виконали за допомогою методу повільних поляризаційних кривих із застосуванням потенціостата-гальваностата ІРС-Pro М.

На рис. 1 показано катодні та анодні поляризаційні криві, одержані на сталевих електродах, електрохімічно покритих нікелем з електроліту, що містив оксиди V, Nb або Ta. Видно, що виділення водню на електродах, покритих нікелем з включеннями оксидів,

відбувалось при менш негативних, а виділення кисню при менш позитивних потенціалах, ніж на електродах, покритих нікелем із електроліту без добавок оксидів.



**Рис.1. Потенціодинамічні катодні(а) та анодні (б) поляризаційні криві, одержані в 30% розчині КОН (25С) на сталевих електродах поверхнево модифікованих:
1 – Ni, 2 – Ni + V₂O₅, 3 – Ni + Nb₂O₅, 4 – Ni + Ta₂O₅.**

Також на властивості електролітичних покриттів може впливати матеріал основи електрода. Тому були співставлені поляризаційні криві виділення водню з лужного розчину на сталевому та нікелевому електродах, покритих електролітичним нікелем з електроліту і встановлено, що на нікелевому катоді, поверхню якого модифіковано даним покриттям, виділення водню відбувалось при менш негативних потенціалах, ніж на сталевому електроді з таким же покриттям, однак різниця в потенціалах виділення водню була невелика і, наприклад, при густині струму 80 мА/см² складала лише 30 мВ.

Для в'яснення впливу матеріалу електродної основи на закономірності анодного виділення кисню на модифікованих електродах, були співставлені анодні поляризаційні криві, одержані на сталевому та нікелевому електродах, покритих нікелем з включеннями пентаоксиду ніобію. Виявилось, що виділення кисню на нікелевих поверхнево модифікованих електродах відбувається при більш позитивних потенціалах, ніж на сталевих електродах. Різниця в потенціалах виділення кисню на таких електродах складає 119 мВ при густині струму 70 мА/см² і температурі електроліту 55°C.

Таким чином, модифікування поверхні сталевих електродів тонкими електролітичними покриттями нікелю з включеннями оксидів V, Nb або Ta дає можливість значно підвищити каталітичну активність цих електродів при одержанні водню та кисню з води електролізом лужного розчину. Заміна сталевий електродної основи на нікелеву не приводить до суттєвої зміни потенціалів виділення водню [2].

Література

1. Сучасний стан і перспективи розвитку водневої енергетики у світі https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/5_2021/32.pdf

2. Куций А.В., Машкова Н.В., Манілевич Ф.Д., Козін Л.Х. Закономірності виділення водню на сталевих катодах, поверхнево модифікованих пентаоксидом ніобію, при електролізі лужного розчину // Український хімічний журнал. - 2013.-Т. 79, № 3.-С. 45-50.