

## ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертаційну роботу Вороніної Олени Володимирівни «Електроодні процеси на сплавах та сполуках ванадію в водневій енергетиці», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.03 - технічна електрохімія

### **Актуальність теми роботи**

Виробництво водню потребує удосконалення режимів електролізу, використання нових каталітично активних електроодних матеріалів та вирішення екологічної безпеки його отримання та використання. Сучасні способи отримання водню електролізом стримують розвиток використання водневих енергоносіїв в техніці та побуті. Електроодні матеріали, що використовуються в лужному електролізі водню, не дають можливості розширювати використання водневих енергоносіїв, завдяки утворенню продуктів реакції, що негативно впливають на режим та стабільність електролізу. Для успішного вирішення проблем подальшого удосконалення та розширення виробництва водню можливе використання ванадій-вмісних сплавів для катодних матеріалів, які забезпечують стабільність електролізу та його енергоемність за рахунок каталітичної активності протікання реакцій на електродах без утворення дендритних осадів. Крім того, використання анодних матеріалів з алюмінієвих сплавів дає можливість збільшити питомі об'єми водню за рахунок його виділення на анодах і удосконалити технологічний процес.

Таким чином, створення умов матеріало- та енергозаощадного електрохімічного отримання водню з використанням ванадій-вмісних та алюмінієвих сплавів вітчизняного виробництва є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрям дослідження.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі**

Обґрунтування рекомендацій та висновків виконано на основі дослідних даних, глибокого аналізу результатів, які базуються на фундаментальних положеннях електрохімії, закономірностях кінетики електроодних процесів електрохімічних реакцій розкладання води, процесах корозії на алюмінієвих сплавах, а також аналізі сучасних публікацій вчених.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, поданих у дисертаційній роботі, забезпечена ретельним аналізом сучасних наукових досліджень в теорії та практиці електрохімічного отримання водню, кисню, каталітичних властивостей ванадій-вмісних та алюмінієвих сплавів, з використанням сучасних електрохімічних, фізико-хімічних та інструментальних методів аналізу.

Вважаю, що обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, приведених автором, не викликає сумнівів.

#### **Достовірність результатів досліджень**

Достовірність результатів досліджень, приведених в дисертації, забезпечена грамотною постановкою задач, застосуванням сучасних методів досліджень в електрохімічних виробництвах. Наукові результати роботи успішно пройшли дослідно-промислові випробовування в науково-виробничому підприємстві "Електромонтаж" за запропонованим технологічним процесом отримання водню з використанням корозії сплаву алюмінію АМц в лужних розчинах.

#### **Наукова новизна одержаних результатів**

Обґрунтованими електрохімічними та фізико-хімічними дослідженнями закономірностей отримання водню з лужно-хлоридних розчинів на електродних матеріалах зі сплавів ванадію доведена електрокаталітична властивість ванадій-вмісних сполук, яка забезпечує зменшення перенапруги виділення водню в лужно-хлоридних розчинах. Визначені кінетичні залежності розчинення алюмінієвого сплаву АМЦ в розчинах № ОН за механізмом водневої деполяризації, які забезпечують відновлення іонів водню і дозволяють виключити виділення кисню на аноді, і проводити електроліз води в бездіафрагмових електролізерах.

Зроблено наукове обґрунтування етапів технологічного процесу виробництва водню за рахунок розчинення алюмінію на аноді та відновлення протонів з води на катодах.

#### **Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання**

Наукові положення дисертації зробили вагомий внесок у розвиток електродних процесів водно-лужного електролізу з використанням ванадій-вмісних та алюмінієвих сплавів. Вони розвивають методи досліджень, доповнюють новими результатами технологічні параметри, які приводять до вдосконалення нового технологічного процесу виробництва водню.

Практична значимість полягає в розробці технології виробництва водню в бездіафрагмових електролізерах на запропонованих електродних матеріалах без виділення кисню.

Встановлено, що при використанні сплавів алюмінію напругу електролізу в лужно-хлоридних розчинах можливо зменшити до 0,2 - 0,6 В.

Підтвердженням практичної цінності є дослідно-промислові випробування на науково-виробничому підприємстві "Електромонтаж" розробленої технології отримання водню, що підтверджують переваги її використання для отримання водню в енергетиці.

## **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях, ідентичність автореферату і основних положень дисертації**

Основні положення дисертації опубліковані в 17 наукових публікаціях, з них: 4 статті в наукових виданнях України, 2 статті у іноземних періодичних виданнях, 2 патенти України на корисні моделі, 9 - в матеріалах конференцій. Результати наукової праці пройшли апробацію на міжнародних та вітчизняних науково-технічних конференціях. Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Наукові праці відтворюють основні результати досліджень.

Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації та достатньо повно відображає основні положення роботи.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Вороніної Олени Володимирівни включає анотації двома мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, список джерел інформації та додатки.

Вступ відтворює актуальність теми дисертації, в ньому сформульовано мету та задачі досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, показано наукову новизну отриманих результатів і практичне значення роботи, наведено дані про особистий внесок здобувана, публікації та апробацію наукових досліджень.

У першому розділі проведено ґрунтовний аналіз інформації за темою роботи. Проведені розрахунки електродних рівноваг на ванадії, молібдені, хромі та залізі в лужних розчинах, які потім використані в експериментальній частині. Другий розділ висвітлює методи проведення експериментів, використане устаткування, описує алгоритм обробки експериментальних даних. В третьому розділі приведені експериментальні дані визначення кінетичних залежностей на ванадій-вмісних сплавах металургійного виготовлення та осаджених електрохімічно. Приведені механізми катодних та анодних реакцій виділення водню та кисню. На основі катодних залежностей перенапруги виділення водню та анодних залежностей виділення кисню підтверджена каталітична активність ванадієвих сплавів. Четвертий розділ присвячений дослідженням процесів корозійного та електрохімічного розчинення алюмінієвого сплаву АМЦ в лужно-хлоридних розчинах з послідовним виділенням водню. Визначено вплив на процес розчинення складу сплаву, електроліту, стану поверхні електрода, густини струму та температури. Визначені оптимальні умови розчинення для стаціонарного ведення процесу. Ці дані використані при розробці технології виробництва водню на анодах з урахуванням кінетичних показників розчинення алюмінію. В п'ятому розділі визначні основи технологічного процесу виділення водню з

використанням алюмодеполяризаційного циклу. Для реалізації процесу використано бездіафрагмовий однокамерний електролізер з ванадій-вмісними сталевими катодами та анодами з алюмінієвого сплаву АМЦ. Визначені умови реалізації електролізу - напруга та густина струму електролізу. Показані технічні переваги такого електролізу в порівнянні з серійним мембранним виробництвом водню.

Висновки по дисертації відповідають її змісту, в повній мірі висвітлюють основні наукові результати.

Список використаної літератури є досить повним, включає 108 найменувань, які охоплюють сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації за темою роботи.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та повною мірою розкриває її основні результати.

#### **Зауваження до роботи**

1. Введення такого структурного елементу як «Скорочення та умовні позначки» (ДСТУ 3008:2015) значно полегшило б сприйняття роботи.
2. До складу ванадій-вмісних сплавів входять хром, молібден та нікель. Як ці домішки впливають на електродні процеси?
3. Які переваги має розроблений дисертантом процес отримання водню у порівнянні з діючим діафрагмовим електролізом води?
4. Яким чином проводиться утилізація продуктів реакції?

В цілому, наведені зауваження не зменшують загального позитивного враження від дисертаційної роботи. Вона виконана на високому науковому рівні, поставлені задачі досліджень вирішені, мета досягнута. Матеріал дисертації викладено грамотно, чітко та логічно, отримані результати мають наукову та практичну цінність для технічної електрохімії.

#### **ВИСНОВОК**

Дисертаційна робота Вороніної Олени Володимирівни «Електродні процеси на сплавах та сполуках ванадію в водневій енергетиці» являє собою закінчену працю, в якій вирішено науково-практичну задачу електрохімічного синтезу водню з використанням сталевих ванадій-вмісних та алюмінієвих сплавів, що суттєво удосконалює електроліз розчинів гідроксиду натрію в алюмодеполяризаційному циклі виробництва водню.

Тема та зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.17.03 - технічна електрохімія.

За актуальністю, рівнем виконання, новизною та достовірністю одержаних результатів, їх практичною значимістю дисертаційна робота "Електродні процеси на сплавах та сполуках ванадію в водневій енергетиці" відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника»,

затвердженого Кабінетом Міністрів України від 24.07.2013 р., щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Вороніна Олена Володимирівна, заслуговує на присвоєння їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.03 - технічна електрохімія.

Офіційний опонент  
завідувач лабораторії синтезу сцинтиляційних матеріалів  
Інституту сцинтиляційних матеріалів  
Національної академії наук України,  
д.х.н., проф.

В.Л. Чергинець

Особистий підпис д.х.н. Чергинця В.Л. засвідчую

Учений секретар інституту, к.т.н.



Ю.М. Дацько