

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004238

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-08-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/67/26 від 29.09.2026



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Колосовський Ярослав Вікторович

2. Yaroslav V. Kolosovskyi

Кваліфікація: 161

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5924-1798

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 161

Назва наукової спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Галузь / галузі знань: хімічна та біоінженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Дата захисту: 10-09-2026

Спеціальність за освітою: Хімічні технології та інженерія

Місце роботи здобувача: ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ НЕСС ГРУП

Код за ЄДРПОУ: 40988930

Місцезнаходження: вул. Енергетична 5, Вінниця, Вінницький р-н., 21022, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16672

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 61.13.19, 61.13.27.19

Тема дисертації:

1. Система регенераційної комірки на основі електрохімічної пари Fe/Hp для залізо-залізного проточного акумулятору.

2. System of a regeneration cell based on the Fe/Hp electrochemical couple for an all-iron flow battery.

Реферат/анотація:

1. Дисертаційну роботу присвячено розробці та експериментальному обґрунтуванню електрохімічної системи регенерації електролітів залізо-залізного проточного акумулятора на основі регенеративної комірки Fe/Hp. Актуальність роботи зумовлена необхідністю підвищення циклічної стабільності та енергетичної ефективності залізо-залізних проточних акумуляторів, практичне застосування яких обмежується побічним виділенням водню на негативному електроді, порушенням кислотно-основного балансу електролітів, утворенням малорозчинних сполук заліза та зростанням поляризаційних і омичних втрат. Об'єктом дослідження є електрохімічні процеси деградації та стабілізації складу електролітів у проточних акумуляторах. Предмет дослідження – регенеративна комірка Fe/Hp, процеси масопереносу крізь протонпровідні мембрани та динаміка кислотно-основного стану електролітів залізо-залізного проточного

акумулятора. Метою роботи є підвищення стабільності та енергетичної ефективності акумулятора шляхом розроблення, оптимізації та інтеграції регенеративної комірки Fe/H₂. У роботі застосовано зарядно-розрядне циклювання, електрохімічну імпедансну спектроскопію, циклічну вольтамперометрію, газометричне визначення водню, сканувальну електронну мікроскопію та енергодисперсійний рентгенівський мікроаналіз. Досліджено вплив початкового pH негативного електроліту на кулонівську, вольтаїчну й енергетичну ефективність акумулятора, інтенсивність виділення водню та розвиток деградаційних процесів. Установлено, що підвищення стартового pH від 1,0 до 4,0 знижує об'єм побічно утвореного водню з 238,5 до 54,5 мл за цикл і підвищує кулонівську ефективність. Водночас за відсутності активного керування кислотністю подальший дрейф pH у лужну область спричиняє гідроліз іонів заліза, осадоутворення, блокування пор електродів і критичне зниження вольтаїчної ефективності. Науково обґрунтовано застосування регенеративної комірки Fe/H₂ як активної підсистеми стабілізації. Її дія полягає у використанні побічно утвореного водню для електрохімічного відновлення надлишкових іонів Fe³⁺ до Fe²⁺ з одночасним утворенням протонів, що компенсує залужнення та відновлює окисно-відновний баланс електролітів. Визначено, що основним механізмом деградації регенеративної комірки є кросвер компонентів електроліту крізь мембрану до водневого електрода, який спричиняє отруєння платинового каталізатора та втрату 67–71 % його електрохімічно активної площі поверхні. Розроблено метод золь-гель модифікації мембрани Nafion тетраетоксисиланом із формуванням кремнеземного бар'єрного шару. Модифікована мембрана селективно обмежує перенесення багатозарядних іонів заліза, зберігаючи необхідну протонну провідність, що забезпечує збереження активності Pt-каталізатора та більш ніж утричі збільшує тривалість стабільної роботи регенеративної комірки – понад 144 години. Регенеративну комірку інтегровано в гідравлічний контур залізо-залізного проточного акумулятора та розроблено адаптивний алгоритм керування її роботою за фактичною динамікою pH і кулонівським дефіцитом попереднього циклу. Під час 50 послідовних циклів, що відповідали 600 годинам безперервної роботи, pH негативного електроліту підтримувався на рівні не вище 4,11, кулонівська ефективність становила близько 93 %, а зниження середньої робочої напруги регенеративної комірки не перевищувало 8 %. У системі без регенерації вольтаїчна ефективність знижувалася з 77,2 до 53,1 %. Практичне значення результатів полягає у створенні науково-технічних засад проектування, оптимізації та масштабування систем електрохімічної регенерації для залізо-залізних проточних акумуляторів. Запропоновані рішення дають змогу визначати безпечні межі кислотності електроліту, формувати критерії запуску регенерації, зменшувати деградацію мембранно-електродних блоків і підвищувати ресурс систем тривалого стаціонарного накопичення енергії.

2. The dissertation is devoted to the development and experimental substantiation of an electrochemical electrolyte regeneration system for an all-iron flow battery based on an Fe/H₂ regeneration cell. The relevance of the study is determined by the need to improve the cycling stability and energy efficiency of all-iron flow batteries, whose practical application is limited by parasitic hydrogen evolution at the negative electrode, disruption of the acid-base balance of the electrolytes, formation of poorly soluble iron compounds, and increasing polarization and ohmic losses. The object of the study is the electrochemical processes governing the degradation and stabilization of electrolyte composition in flow batteries. The subject of the study is the Fe/H₂ regeneration cell, mass-transfer processes through proton-conducting membranes, and the dynamics of the acid-base state of all-iron flow battery electrolytes. The aim of the study is to improve the stability and energy efficiency of the battery through the development, optimization, and integration of an Fe/H₂ regeneration cell. The methods employed in the study included charge-discharge cycling, electrochemical impedance spectroscopy, cyclic voltammetry, gasometric determination of hydrogen, scanning electron microscopy, and energy-dispersive X-ray microanalysis. The influence of the initial pH of the negative electrolyte on the coulombic, voltage, and energy efficiencies of the battery, the intensity of hydrogen evolution, and the development of degradation processes was investigated. It was established that increasing the initial pH from 1.0 to 4.0 reduces the volume of parasitically generated hydrogen from 238.5 to 54.5 mL per cycle and increases the coulombic efficiency. At the same time, in the absence of active acidity control, further pH drift toward the alkaline region causes hydrolysis of iron ions, precipitate formation, blockage of electrode pores, and a critical decrease in voltage efficiency. The application of the Fe/H₂

regeneration cell as an active stabilization subsystem was scientifically substantiated. Its operating principle involves the use of parasitically generated hydrogen for the electrochemical reduction of excess Fe^{3+} ions to Fe^{2+} , accompanied by proton generation, thereby compensating for alkalization and restoring the redox balance of the electrolytes. It was determined that the principal degradation mechanism of the regeneration cell is the crossover of electrolyte components through the membrane to the hydrogen electrode, resulting in platinum catalyst poisoning and a 67–71% loss of its electrochemically active surface area. A method for the sol-gel modification of a Nafion membrane with tetraethoxysilane, resulting in the formation of a silica barrier layer, was developed. The modified membrane selectively restricts the transport of multivalent iron ions while maintaining the required proton conductivity. This preserves the activity of the Pt catalyst and increases the duration of stable regeneration cell operation by more than threefold, to over 144 hours. The regeneration cell was integrated into the hydraulic circuit of an all-iron flow battery, and an adaptive algorithm was developed to control its operation based on the actual pH dynamics and the coulombic deficit of the preceding cycle. During 50 consecutive cycles, corresponding to 600 hours of continuous operation, the pH of the negative electrolyte was maintained at a level not exceeding 4.11, the coulombic efficiency remained at approximately 93%, and the decrease in the average operating voltage of the regeneration cell did not exceed 8%. In the system without regeneration, the voltage efficiency decreased from 77.2% to 53.1%. The practical significance of the obtained results lies in establishing the scientific and technological foundations for the design, optimization, and scaling of electrochemical regeneration systems for all-iron flow batteries. The proposed solutions make it possible to determine safe electrolyte acidity limits, establish criteria for initiating regeneration, reduce the degradation of membrane-electrode assemblies, and extend the service life of long-duration stationary energy storage systems.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Yaroslav Kolosovskiy, Oleksii Kosohin, Olga Linyucheva Enhancing regeneration system cyclic stability for all-iron flow batteries through Nafion membrane modification with a silica nanolayer. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 2025. Vol. 60, No. 5. P. 823–831.
- Патент на винахід № 129667 Україна, МПК H01M 8/18, H01M 8/04082. Система регенерації електролітів залізо-залізного проточного акумулятора / Бондар А. С., Колосовський Я. В., Скрипничук В. В., Дремлюга Ю. І.; заявл. 10.03.2023; опубл. 25.06.2025, Бюл. № 26/2025.
- Колосовський Я. В., Лінючева О. В., Косогін О. В. Electrochemical system of regeneration cell based on Fe/Ni couple for flow battery // Міжнародна науково-практична конференція «Priority directions of science development». 2023. С. 316–320
- Колосовський Я. В., Косогін О. В. Strategy for pH control of all-iron flow battery electrolytes // 6th ISE Satellite Student Regional Symposium on Electrochemistry “Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry” (Київ, 22 травня 2024 р.) – Перспективні матеріали та процеси в технічній електрохімії: збірник наукових праць за матеріалами VI Студентського сателітного регіонального симпозиуму ISE / Київський національний університет технологій та дизайну (КНУТД), 2024. – С. 63–64
- Колосовський Я. В., Косогін О. В., Лінючева О. В. Розробка та впровадження системи регенерації електролітів на основі пари Fe/Ni для підвищення ефективності та стабільності залізо-залізних проточних акумуляторів // *Modern Aspects of Electrochemistry*: матеріали X Українського електрохімічного з'їзду (Київ, 2023 р.). – Київ: ІЗНХ ім. В. І. Вернадського НАН України; КПІ ім. Ігоря

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Патент на винахід № 129667 Україна, МПК H01M 8/18, H01M 8/04082. Система регенерації електролітів залізо-залізного проточного акумулятора / Бондар А. С., Колосовський Я. В., Скрипничук В. В., Дремлюга Ю. І. ; заявл. 10.03.2023 ; опубл. 25.06.2025, Бюл. № 26/2025.

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лінючева Ольга Володимирівна

2. Olga V. Linyucheva

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.17.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4181-5946

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Косогін Олексій Володимирович

2. Oleksii V. Kosohin

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.17.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8379-9580

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Поліщук Юлія Валеріївна

2. Yuliia V. Polishchuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1552-4117

Додаткова інформація: <https://www.researchgate.net/profile/Yuliya-Polishchuk-2>;

<https://scholar.google.ru/citations?hl=uk&user=zM5iRtQAAAAJ>;

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195860696>

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хоменко Володимир Григорович

2. Volodymyr H. Khomenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0013-8010

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004402598>

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет технологій та дизайну

Код за ЄДРПОУ: 02070890

Місцезнаходження: вул. Мала Шияновська, Київ, 01011, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бик Михайло Володимирович

2. Mykhailo V. Byk

Кваліфікація: к.х.н., доц., 02.00.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0322-167X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Васильєв Георгій Степанович

2. Heorhii S. Vasyliiev

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000 0003 4056 5551

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Воробйова Вікторія Іванівна

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Воробйова Вікторія Іванівна

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Колосовський Ярослав Вікторович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна