

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Береки Владислава Олеговича**
«Електрофізичні процеси при обробці води в краплинно-плівковому стані імпульсним бар'єрним розрядом», поданої на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Актуальність роботи. Дисертаційна робота присвячена вивченню електрофізичних процесів при імпульсному бар'єрному електричному розряді в газі атмосферного тиску з включеннями, електрофізичні властивості яких суттєво відмінні від властивостей оточуючого середовища з тривалістю імпульсів до 100 нс, визначенні енергетичної ефективності обробки води в полі такого розряду та умов, які забезпечують очищення води від складних хімічних забруднювачів.

Основні завдання роботи полягають в створенні однорідного імпульсного бар'єрного розряду за умови наявності неоднорідностей у вигляді крапель і плівок води в міжелектродному проміжку, що підвищує ефективність генерації високоактивних частинок; визначенні параметрів руху рідини, що оброблюється, при якому розподілення електричного поля в міжелектродному проміжку буде сприяти генерації активних радикалів; узгодженні сумісної роботи уніполярного джерела живлення і розрядної камери шляхом моделювання їх сумісної роботи та встановлення магнітного ключа у вихідному каскаді генератора імпульсів, який стабілізує розряд та надає можливість утилізувати енергію, яка була накопичена на бар'єрі під час прямого імпульсу струму; визначенні впливу зміни величин електричних показників імпульсного бар'єрного розряду (частоти повторення імпульсів, струму, напруги) на енергоефективність обробки; створенні прототипу розрядної камери для обробки води імпульсним бар'єрним розрядом по модульному принципу, що дає змогу масштабувати установки для очищення води до рівня промислових (з продуктивністю до 10 м³/добу).

Тому наукове завдання, яке вирішене у роботі Береки В.О. – визначення впливу сукупності факторів, які впливають на енергоефективність електророзрядної обробки забрудненої води є безумовно актуальним.

Актуальність роботи підтверджує ще й той факт, що її результати були використані при виконанні в Інституті електродинаміки НАН України відповідно до планів Держбюджетних НДР, затверджених Президією НАН України, при виконанні НДР «Розвиток теорії електрофізичних процесів в імпульсних системах електромагнітної обробки електропровідних середовищ («Бар'єр-2»)» № ДР 0117U007714, де автором проведені дослідження по встановленню закономірностей створення однорідного імпульсного бар'єрного розряду в гетерогенному середовищі і визначено сукупність факторів, які впливають на енергоефективність очищення води.

Мета і завдання досліджень. Метою дисертації є подальший розвиток теорії імпульсного бар'єрного розряду у водоповітряних сумішах та визначення впливу сукупності факторів, які впливають на енергоефективність електророзрядної обробки води на основі цього розряду.

Нові науково обґрунтовані **теоретичні та практичні результати** роботи Береки В.О.:

1. Вперше експериментально доведено можливість існування однорідного імпульсного бар'єрного розряду в гетерогенному середовищі з краплями води поблизу яких збільшується напруженість поля, що дає змогу підвищити ефективність генерації радикалів, які використовують у процесі розкладання стійких хімічних сполук.

2. Отримано нові експериментальні результати, які обґрунтовують доцільність використовувати імпульси напруги з тривалістю фронту у декілька десятків наносекунд, застосовувати водяну плівку на поверхні катода та використовувати діелектричний бар'єр з відносною діелектричною проникністю, яка не перевершує значення $\epsilon = 10$ для отримання стійкого однорідного бар'єрного розряду в камері з краплями води.

3. Вперше експериментально встановлено, що обробку води імпульсним бар'єрним розрядом з метою розкладання розчинених хімічних сполук доцільно проводити в крапельному стані при субміліметровому розмірі крапель (0,8 – 1,2 мм), визначених тривалості імпульсу порядку 100 нс, частоті повторення імпульсів до 300 Гц, довжині розрядного проміжку до 3,5 мм за яких досягається найвища енергоефективність - до 60 г/кВт*год при 90 % розкладанні метиленової сині в модельному розчині.

4. Науково обґрунтовано та експериментально доведено можливість побудови розрядних камер для здійснення імпульсного бар'єрного розряду на поверхню води, що знаходиться у крапельному стані та у вигляді плівок на поверхні електродів, за модульним принципом шляхом узгодження вихідної ємності генератора імпульсів та сумарної ємності паралельно з'єднаних електродних систем, ємності яких співвідносяться як 2,6 до 1, що дає змогу проводити масштабування установки для очищення води.

5. Визначені оптимальні параметри розряду, робочої камери, вихідної ланки генератора імпульсів та режим руху води при її обробці імпульсним бар'єрним розрядом.

6. Встановлено умови створення однорідного імпульсного бар'єрного розряду в водоповітряній суміші, які визначають вибір режиму обробки таким розрядом.

7. Для створення промислових установок (з продуктивністю обробки до 10 м³/добу) для обробки води імпульсним бар'єрним розрядом запропоновано модульний тип робочої камери.

8. Розроблено комп'ютерну модель, що є прийнятною для практичних задач розрахунку перехідних процесів у вихідній ланці генератора імпульсів, що

має навантаженням робочу камеру, в якій імпульсним бар'єрним розрядом обробляється вода в крапельно-плівковому стані.

Всі наукові результати, що виносяться на захист отримані здобувачем **особисто.**

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих в дисертаційній роботі Береки В.О. забезпечуються аргументованою постановкою мети і задач дослідження, використанням сучасних коректних методів дослідження проблем, комплексного аналізу отриманих результатів дослідження і обґрунтованістю та якісним формулюванням отриманих висновків.

Поставленим задачам відповідають методи та засоби досліджень, які забезпечили ефективність їх розв'язання.

Оцінка структури і змісту роботи її завершеності та оформлення. Дисертаційна робота викладена на 155 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 146 сторінок друкованого тексту. Робота ілюстрована 3 таблицями та 57 рисунками. Список використаних джерел містить 75 найменувань. З них 22 – кирилицею, 53 – латиницею.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрито сутність і стан науково-технічної проблеми, що досліджується, наведено обґрунтування доцільності проведення досліджень, відображено зв'язок роботи з науковими програмами та планами НДР Інституту електродинаміки НАН України, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача, наведено апробації роботи та публікації її результатів у наукових виданнях.

У **першому** розділі показано яким чином класифікуються розвинені окисні технології, зокрема, електророзрядні АОТ's (advanced oxidation technologies / розвинені окисні технології), окреслені фактори, що впливають на їх енергоефективність та виконано порівняння за критерієм енергоефективності.

У **другому** розділі зосереджено увагу на висвітленні електрофізичних властивостей імпульсного бар'єрного розряду, а також факторах, які впливають на ефективність створення активних радикалів безпосередньо на поверхні крапель води, що очищується. Для виявлення закономірностей в процесах розподілу напруженості електричного поля в міжелектродному проміжку при наявності в ньому води в краплинно-плівковому стані розроблено комп'ютерну модель в програмі FEMM за припущення відсутності впливу об'ємного електричного заряду на розподіл поля поблизу неоднорідностей. Розрахунки на основі цієї моделі показали, що наявність води в краплинно-плівковому стані в газовому проміжку змінює розподіл напруженості електричного поля в ньому таким чином, що з однорідного воно стає суттєво неоднорідним.

У **третьому** розділі представлено результати експериментальних досліджень обробки модельного розчину метиленової сині у воді, для отримання яких застосовувались різні підходи до розробки експериментального комплексу та змінювалися в широких межах електричні показники розряду. Було досліджено ефективність трьох типів електродних систем, які використовувалися для обробки води імпульсним бар'єрним розрядом та визначено вплив параметрів руху води.

У **четвертому** розділі представлено принцип роботи генератора коротких (~100 нс) високовольтних імпульсів напруги, що використовується для створення імпульсного бар'єрного розряду в експериментальному комплексі, а також процес його удосконалення з метою підвищення енергоефективності всього комплексу. Розроблено математичну модель для розрахунків характеристик сумісної роботи вихідної ланки генератора імпульсів з робочою камерою, в якій параметри нелінійних компонентів схеми задавалися апроксимаційними рівняннями, визначеними на основі експериментальних даних.

Результати роботи Береки В.О. опубліковано в десяти наукових публікаціях, з яких – 5 у виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus. Основні положення і результати роботи обговорювались на **двох** міжнародних науково-технічних конференціях.

Представлена дисертаційна робота «Електрофізичні процеси при обробці води в краплинно-плівковому стані імпульсним бар'єрним розрядом», є завершеною науковою працею, яка за актуальністю обраної теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою вирішення наукових та практичних задач, новизною і ступенем обґрунтованості отриманих результатів та практичних висновків, а також за змістом поданого в ній матеріалу, відповідає спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії ...», затвердженого Кабінетом Міністрів України №44 від 12 січня 2022 р., а її автор **Берека Владислава Олегович** заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії.

Рецензент

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
відділу електроживлення технологічних систем
Інституту електродинаміки НАН України


Дмитро ВІННИЧЕНКО

Підпис Вінниченка Д.В. засвідчую,
Зав. відділу кадрів ІЕД НАН України


Людмила КРИВОПЛЯС

