

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу **Вашкурак Уляни Юріївни**
«Вдосконалення кавітаційних технологій очищення промислових
стічних вод», що подана на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

Актуальність теми дисертації

Стічні води хімічної та харчової промисловості є найбільшими джерелами забруднення природних вод. Стічні води різних виробництв відрізняються як за хімічним складом, так і за фізичними властивостями. Застосування традиційних методів водоочищення (механічних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних) для руйнування органічних забруднень має свої переваги та недоліки і не завжди забезпечує необхідний ступінь очищення. Тому актуальним залишається питання очищення забруднених стічних вод.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню технології очищення води як від органічних, так і від мікробіологічних забруднень шляхом барботування об'єктів досліджень киснем, азотом, повітрям та використанням ефектів, що виникають у віброрезонансному кавітаційному пристрої. Ідея використання кавітації, як ультразвукової так і гідродинамічної, на сьогодні не нова. Відомо, що ефекти, які супроводжують ультразвукову обробку забрудненої води впливають на мікроорганізми, зокрема, зумовлюють розпад високомолекулярних сполук, коагуляцію білка, інактивують ферменти, токсини, спричиняють розрив клітинної стінки. Внаслідок кавітаційної обробки складні органічні речовини розпадаються на більш прості, які легше видаляти зі стічних вод. Відомо, що шляхом використання кавітаційних пристроїв можна не тільки досягнути самостійного бактерицидного ефекту, але і значно підвищити дезинфікуючі властивості хімічних реагентів. За умови раціонального поєднання кавітаційної обробки та барботування газами, вдається покращити знезараження та очищення стічних вод від органічних та

мікробіологічних забруднювачів різної природи, без застосування додаткових хімічних реагентів.

Тому, дослідження новітніх методів водоочищення, які б дозволяли очищати стічні води різного походження з різним вихідним складом та природою забруднювачів, є актуально науковою проблемою.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами.

Дисертація є завершеним науковим дослідженням, що відповідає науковому напрямку кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка» - «Теоретичні основи створення високоефективних ініціюючих і каталітичних систем та процесів селективних перетворень органічних сполук з метою одержання мономерів і полімерів».

Наукове і практичне значення отриманих результатів

Наукову цінність, в першу чергу, мають закономірності водоочищення низькоконцентрованих та висококонцентрованих стічних вод на основі сумісного використання кавітації та газів різної природи та удосконалення віброрезонансного кавітаційного пристрою. Проведено апробацію результатів на ТОВ «Інтер-Синтез» (м. Борислав) та ТОВ «Атлант-Стиль» (м. Львів).

Наукові положення, сформульовані в дисертаційній роботі, застосовуються в навчальному процесі кафедри технології органічних продуктів Національного університету «Львівська політехніка» при проведенні лабораторних занять з дисциплін «Методологія наукових досліджень» та «Технологія органічних продуктів».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність і новизна

Наукові положення, висновки та рекомендації, наведені в дисертаційній роботі, підтверджені результатами експериментальних досліджень. Обґрунтованість наукових положень підтверджено актами випробування.

До нових результатів, одержаних здобувачем, належать:

1. Доведено, що незалежно від початкового складу стічних вод, доцільним є застосування сумісної дії ультразвукової кавітації та газу певної природи, що сприяє підсиленню дії акустичної кавітації на 15-25%;
2. Визначено вплив природи барботованих газів на кінетику процесу очищення стічних вод різного походження. Встановлено порядок реакції руйнування органічних сполук, ступінь знезараження та відносні ряди ефективності газів;
3. Встановлено, що вище діапазону температур $319 \pm 3 \text{ K} - 327 \pm 3 \text{ K}$ є недоцільним проведення кавітаційного руйнування органічних речовин та знезараження води від біологічних речовин, оскільки швидкість термічної реакції руйнування домішок з ростом температури підвищується швидше, ніж звукохімічної;
4. Розроблено машино-апаратні схеми для очищення стічних вод із різними типами забруднень та удосконалено конструкцію низькочастотного віброкавітаційного пристрою для очищення як низькоконцентрованих, так і висококонцентрованих стічних вод.

Повнота викладу наукових положень дисертації в опублікованих працях

Результати досліджень представлено у 5 наукових статтях, з яких 1 стаття у науковому періодичному виданні країни, що входить до складу ЄС, 2 статті у наукових періодичних виданнях України, які індексуються у міжнародних наукометричних базах, 2 статті у наукових фахових виданнях України та апробовано на 8 науково-практичних конференціях.

Структура роботи є логічно-послідовною. В першому розділі наведено аналіз існуючих технологій водоочищення. Вказано їх переваги та недоліки. Окремий підрозділ присвячено кавітації. Експериментально вивчено окремі аспекти дії кавітації у водних розчинах, її вплив на руйнування органічних речовин різної природи та будови.

У другому розділі наведено перелік методик, згідно з якими проводилися лабораторні дослідження та представлено характеристику об'єктів дослідження.

У третьому розділі представлені результати вивчення впливу кавітації та газів різної природи на руйнування органічних речовин, які містяться у стічних водах. Також вивчені кінетичні закономірності проведення процесу.

У четвертому розділі проведено експериментальне вивчення впливу кавітації та її сумісної дії з газами певної природи на знезараження води від мікробіологічних забруднень. Проведено визначення діапазону раціональної температури процесу кавітаційного очищення стічних вод від органічних забруднень. Вивчено вплив кавітації на зміну рН середовища досліджуваних стічних вод.

У п'ятому розділі наведено детальний опис дослідного та промислового віброрезонансного апарату. Наведено технологічні схеми очищення низькоконцентрованих та висококонцентрованих стічних вод, де однією з вагомих стадій є кавітаційна обробка. Виконано розрахунок техніко-економічної ефективності застосування кавітаційної технології в промисловості.

Висновки є обґрунтованими і в повній мірі відповідають поставленому завданню.

Дисертація складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновку, списку використаної літератури та 1 додатку. Загальний обсяг становить 162 сторінки (містить 68 рисунків та 16 таблиць).

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертаційній роботі та публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати, не виявлено. Посилання на роботи інших авторів є коректними.

Зауваження

1. Пункт першого розділу, що присвячений кавітації, представлений дуже поверхнево. Доцільно було би навести основні результати, які є в науковій літературі щодо кавітаційних ефектів (їх характеристик), які

супроводжують ультразвукову кавітацію та впливатимуть на процес очищення води. На сьогодні ця інформація широко представлена в працях Луговського О.Ф, Бергмана Л, Берник І.М., Suslick, K. S., M.A. Beckett, M. Ward, Askah, M., J.F. Chiu, Ambashta, R. D. тощо.

2. У роботі автором не досліджувались кавітаційні характеристики та розміри парогазової фази, від яких суттєво залежить ступінь впливу кавітаційних ефектів на технологічну систему. Тому складно порівнювати і оцінювати отримані результати.

3. У третьому розділі наведено результати щодо кінетики ХСК під впливом УЗ в середовищі різних газів. Доцільно було би проаналізувати чому за аналогічних режимів обробки для одних об'єктів спостерігається кращий ефект. Наприклад, рис.3.11 і 3.15 та ін.

4. Мало уваги приділено хімічному фактору кавітації та його механізму у запропонованій технології. У третьому розділі, стор.78, автор наводить можливі сонохімічні реакції, але не обґрунтовує їх експериментально. Автор не наводить інформації щодо вмісту кисню, зміни рН, згенерованих хімічних сполук забрудненої води, що є важливим при вивченні сонохімічних процесів.

5. Доцільно було б дослідити наявність хвостових ефектів.

6. У дисертації наведено техніко-економічне обґрунтування, але немає порівняння енергоспоживання запропонованого методу з іншими альтернативними методами обробки води. Це було би доцільно оскільки УЗ обробка доволі дорогий метод, а запропонований процес періодичний.

7. У роботі зустрічаються невдалі вирази та звороти. Наприклад: стор. 17 «...діапазон оптимальних температур» (задача оптимізації не вирішувалась), тому, мабуть, доречно було зазначити, що встановлено діапазон раціональних температур; стор.17 «..створенні технології...», швидше удосконаленні; стор. 21 «... рідина знаходиться під напругою...», стор.46 «.. застосовуючі вдосконалені процеси окиснення, до яких відноситься кавітація...» тощо.

Оцінка дисертації

Вказані зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків і не знижують цінності проведених досліджень. Дисертаційна робота Вашкурак Уляни Юріївни «Вдосконалення каавітаційних технологій очищення промислових стічних вод», що представлена на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія, є актуальною, завершеною науково-дослідною працею, що виконана на належному рівні.

За науковою новизною, актуальністю, практичною цінністю, обсягом та рівнем проведених досліджень, дисертаційна робота Вашкурак Уляни Юріївни відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», пунктам 10,11,12 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167. Вважаю, що здобувач, Вашкурак Уляна Юріївна, заслуговує на присудження їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент

завідувач кафедри

“Обладнання харчових технологій”

Тернопільського національного технічного

університету імені Івана Пулюя

доктор технічних наук, професор

Т.М. Вітенько

Підпис д.т.н., проф. Вітенько Т.М.

З А С В І Д Ч У Ю:

докт. техн. наук., професор,

проректор з наукової роботи

Тернопільського національного технічного

університету імені Івана Пулюя



П.О. Марушак