

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
Буца Юрія Васильовича
на дисертаційну роботу Макарова Євгена Олексійовича
**«Підвищення екологічної безпеки процесу очистки стічних вод
молокопереробних підприємств»**,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 183 – Технології захисту навколишнього середовища

Проблема екологічної безпеки поверхневих водних об'єктів, які стабільно забруднюються викидами неочищених або недостатньо очищених промислових стічних вод набуває суттєвого значення не лише в Україні, а й у всьому цивілізованому світі.

Істотним джерелом забруднення водою є стічні води підприємств харчової галузі, зокрема, з переробки молока. У зв'язку з цим наразі приділяється увага розробці методів попередньої очистки, що дозволяє зменшити концентрацію найбільш небезпечних забруднюючих воду речовин – жирів, білків, інших органічних речовин, завислих речовин, біогенних елементів у стічних водах до норм, за яких забезпечується ефективна робота біологічних очисних споруд. До таких методів можна віднести електрохімічні методи, які забезпечують високий ступінь видалення забруднень зі стічних вод молокопереробних підприємств.

Отже, актуальність теми дисертаційного дослідження у достатній мірі обґрунтована дисертантом Є.О. Макаровим і направлена на вирішення означених питань, є без сумніву, важливою.

Зв'язок з науковими програмами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища Національного університету цивільного захисту України (м. Харків) відповідно до Розпорядження КМУ від 21 квітня 2021 року № 443-р «Про схвалення Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року» та Указу Президента України №722/2019 від 30 вересня 2019 року «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», у рамках науково-дослідної роботи «Підвищення екологічної безпеки процесу електрокоагуляційної очистки стічних вод молокопереробних підприємств» (№ ДР 0120U000007), в якій здобувач був відповідальним виконавцем.

Метою дисертаційної роботи є підвищення екологічної безпеки технології очистки стічних вод молокопереробних підприємств шляхом встановлення колоїдно-хімічних і хіміко-технологічних закономірностей очищення хімічними та електрохімічними методами.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

– вперше встановлені колоїдно-хімічні закономірності електрохімічного одержання коагулянтів на основі алюмінію для електрокоагуляційного очищення стічних вод молокозаводів;

– вперше розроблено математичну модель осадження шламу, яка є системою із трьох нелінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, які було визначено на основі експериментальних даних з використанням методу найменших квадратів. Модель описує кінетику процесу осадження шламу в залежності від концентрації доданих реагентів – лужної добавки кальцію оксиду та флокулянту поліакриламідю;

– удосконалено технологічну схему очистки висококонцентрованих стічних вод молокопереробного підприємства, яка включає видалення грубодисперсних механічних домішок відстоюванням і фільтруванням, електрокоагуляційну очистку, відстоювання після додавання лужної добавки та флокулянту, зневоднення шламу і флотоконденсату центрифугуванням.

Структура і обсяг дисертації.

Дисертаційна робота загальним об'ємом 172 сторінки складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 76 найменувань і 2 додатків, містить 28 рисунків та 18 таблиць.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету досліджень та завдання, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, сформульовано наукову новизну і практичне значення одержаних у роботі результатів досліджень та особистий внесок автора, а також апробацію роботи та публікації.

У *першому розділі* надано аналітичний огляд стану сучасної молокопереробної промисловості України. Визначені проблеми та перспективи розвитку галузі з урахуванням впливу воєнного стану, що був запроваджений після повномасштабного російського вторгнення. Встановлено, що вітчизняне виробництво молока та виробів з нього, не дивлячись на суттєві проблеми та навіть під час широкомасштабної війни, здатне не тільки вижити, а й повільно, але нарощувати об'єми виробництва та продажів. Тому перспективність молочної галузі України, як на внутрішньому ринку, так і на ринку країн Європейського Союзу є безсумнівною. Проаналізовано літературні джерела щодо методів очищення стічних вод молокопереробних підприємств.

У *другому розділі* наведені матеріали та методи дослідження, які використовувались для досягнення мети та рішення основних завдань дисертаційної роботи. Надана хіміко-технологічна характеристика процесів утворення загального стоку, а також схем очистки стічних вод, яка складена на основі вивчення існуючих схем та споруд на молокопереробних підприємствах Сумської і Харківської областей. Описана технологічна схема очистки стічних вод на ТОВ «Богодухівський молзавод» Харківської області.

У *третьому розділі* представлені дослідження умов та закономірностей утворення і формування стічних вод молокопереробного підприємства. Встановлено, що процес формування загального стоку відбувається у

складних виробничих умовах, що включають раптові викиди сильно забруднених стоків з високою концентрацією основних забруднювачів, нестабільний об'єм вод, які утворюються в різних технологічних процесах, залежність об'єму і складу вод від сезону, виробничої зміни, часу доби тощо. Досліджено хімічний склад стічних вод за основними показниками, які регламентуються при викиді стоків у систему водовідведення та на споруди біологічної очистки. Визначено, що хімічний склад загального стоку молокопереробного підприємства не відповідає вимогам скиду.

Показано, що використання методу реагентно-електрофлотаційної очистки стічних вод молокозаводів для видалення ЕРР та завислих речовин забезпечує необхідний ступінь очистки в області вивчених технологічних параметрів. Проведені експериментальні дослідження ефективності використання лугів різної хімічної природи та агрегатного стану в процесі електрокоагуляційної очистки стічних вод молокозаводів. Побудовано математичну модель осадження шламу, яка описує кінетику процесу осадження шламу в залежності від концентрації доданих реагентів.

У *четвертому розділі* розроблені технологічна схема, технологічний режим, характеристика матеріальних потоків, розрахована еколого-економічна ефективність електрокоагуляційної технології очистки та надані рекомендації для ефективного впровадження технологічних рішень у виробництво. Наведена порівняльна характеристика ефективності впровадження хімічного (реагентного) та електрокоагуляційного методів. Розрахований еколого-економічний ефект впровадження технологій очистки стічних вод молокозаводів. Розроблені рекомендації по проектуванню очисних споруд та вибору обладнання для очистки найбільш забруднених стічних вод молокопереробного підприємства.

Загальні висновки відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження, які достатньо повно характеризують науково-практичні досягнення дисертанта.

Зміст дисертації дає змогу зробити висновок, що сформульовані у роботі завдання наукового дослідження коректні, обґрунтовані та витікають із сучасного стану проблеми екологічної небезпеки процесу очистки стічних вод молокопереробних підприємств.

Рівень новизни результатів дисертаційної роботи. Результати є новими, що підтверджується аналізом літератури і наукових джерел, обґрунтуванням автором вибору об'єкта дослідження та впровадження технологічної схеми щодо підвищення екологічної безпеки процесу очистки стічних вод молокопереробних підприємств.

Практичне значення отриманих результатів. полягає в розробці раціонального технологічного режиму електрокоагуляційної очистки, який забезпечує максимальну ефективність очищення від забруднень за показниками ХСК, БСК, ЕРР, сполук нітрогену, завислих речовин.

Надана характеристика матеріальних потоків процесу очистки, розраховано еколого-економічний ефект від впровадження технологій очистки стічних вод молокозаводів.

Розроблені рекомендації по проектуванню очисних споруд та вибору обладнання для очистки висококонцентрованих стічних вод молокопереробного підприємства.

Результати досліджень впроваджені у виробництво на ТОВ «Богодучівський молзавод» Харківської області, у науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДЦЕП), а також у навчальний процес здобувачів вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» Національного університету цивільного захисту України.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Отримані автором наукові результати достатньо обґрунтовані, що підтверджується їхньою відповідністю сучасним уявленням про зниження техногенного впливу на довкілля та підвищення екологічної безпеки процесу очистки стічних вод молокопереробних підприємств. Достовірність результатів забезпечується узгодженістю даних теоретичних і експериментальних досліджень, застосуванням при вирішенні задач стандартних методик фізичного та хімічного аналізу.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні аналізу проблеми, обґрунтуванні актуальності дисертації та її реалізації шляхом постановки мети і завдань роботи, виконанні теоретичних і аналітичних досліджень, розробленні рекомендацій по їх використанню, а також у впровадженні результатів дослідження, підборі та адаптації до умов експерименту методик аналізу. Внесок здобувача також зводиться до впровадження технологічної схеми щодо підвищення екологічної безпеки процесу очистки стічних вод молокопереробних підприємств, розробленні математичної моделі, формулюванні висновків та підготовці матеріалів до публікації.

Повнота публікацій. За результатами проведених дисертаційних досліджень здобувачем опубліковано 16 наукових праць, у тому числі, 3 статті у наукових фахових виданнях із переліку МОН України, 2 статті у наукових періодичних виданнях, що індексуються міжнародними науково-метричними базами даних (Scopus), 11 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.

Оформлення дисертації. За структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертації, затверджених МОН України (Наказ № 40 від 12 січня 2017 року). Мова і стиль викладення дисертації чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Дискусійні положення та зауваження

1. В розділі I «Сучасні шляхи підвищення екологічної безпеки процесів очищення стічних вод молокопереробних підприємств» слід було б оцінити сутність екологічної небезпеки від діяльності молокопереробних

підприємств. Це б дозволило визначити пріоритетні шляхи підвищення екологічної безпеки та надати їм більш детальну характеристику.

2. Здобувач у тексті часто посилається на «проаналізовані літературні джерела» (стор. 43), «літературні дані» (стор. 48), «закордонну літературу» (стор. 53), тощо. Проте у зазначених випадках відсутні посилання на наукові публікації.

3. У другому розділі «Підвищення екологічної безпеки», що складається з 6 підрозділів, у підсумку здобувач наводить лише 4 пункти висновків з розділу. При цьому пункт 1 висновків складається з одного короткого речення і є лише констатацією факту та дублює назву розділу. Доцільно було б об'єднати пункт 1 з пунктом 3, який теж складається з одного речення і за змістом повторює пункт 1 висновків з II розділу.

4. Розділ III «Дослідження процесу очистки стічних вод молокопереробного підприємства» є основним розділом дисертаційного дослідження, викладений на 54 сторінках і включає 5 підрозділів. Проте, висновки з даного розділу містять 15 пунктів, при цьому певною мірою не структуровані і деякі пункти висновків не розкриті (пп. 1, 7, 9, 11). Варто було б поєднати деякі пункти висновків і, таким чином, скоротити кількість висновків з розділу III.

5. Висновки 1, 4, 5, 6 з розділу IV «Рекомендації для підвищення ефективності та екологічної безпеки технології очищення стічних вод молокопереробного підприємства» не містять суті наведеного, бажано було б розкрити їх зміст і деталізувати.

6. Загальні висновки дисертаційної роботи в жодному з пунктів не розкривають в повній мірі сутність назви дисертації «Підвищення екологічної безпеки процесу очистки стічних вод молокопереробних підприємств».

7. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації, а також список використаних джерел оформлені некоректно і з недотриманням вимог ДСТУ.

Вказані недоліки не впливають на обґрунтованість положень наукової новизни та позитивний характер одержаних у роботі наукових результатів, висновків і практичних рекомендацій.

Загальний висновок

У дисертаційній роботі Макарова Євгена Олексійовича «Підвищення екологічної безпеки процесу очистки стічних вод молокопереробних підприємств», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 – «Технології захисту навколишнього середовища», отримані суттєві нові наукові та практичні результати. Робота в цілому розв'язує науково-технічну задачу – підвищення екологічної безпеки технології очистки стічних вод молокопереробних підприємств шляхом встановлення колоїдно-хімічних і хіміко-технологічних закономірностей очищення хімічними та електрохімічними методами.

Вважаю, що представлена дисертаційна робота за змістом та оформленням відповідає чинним вимогам Порядку з присудження доктора філософії, що затверджено Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктор філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 року №44, а її автор – Макаров Євген Олексійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 – «Технології захисту навколишнього середовища».

Офіційний опонент:
професор кафедри загальної
та регіональної географії
Сумського державного педагогічного
університету імені А. С. Макаренка,
доктор технічних наук, професор



Юрій БУЦ

