

ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу Фалика Тараса Сергійовича
“ Екологічні проблеми крафтових пивоварень та способи їх вирішення”,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.**

Актуальність обраної теми дисертації.

Однією із найбільш актуальних проблем сучасної екології є забруднення природних водойм, внаслідок потрапляння у них неочищених та недостатньо очищених стічних вод. Шкідливі органічні речовини, які містяться у стічних водах, при попаданні у водойми сприяють процесам гниття, що призводить до погіршення санітарного стану водойми та утворення хвороботворних бактерій. Ось чому важливими завданнями охорони навколишнього середовища є водовідведення та очищення стічних вод, що дозволяє запобігти нанесенню шкоди здоров'ю населення та регулювати екологічну ситуацію в країні. З ростом регіональних структур малого та середнього бізнесу в Україні зростає кількість стічних вод. Зокрема значне зростання малих (крафтових) пивоварень та утворення стічних вод на різних стадіях виробництва пива, із підвищеним вмістом як дріжджових, так і органічних складових зумовлює необхідність посилення заходів охорони навколишнього середовища та водних ресурсів України.

Автор поставив собі за мету мінімізувати рівень екологічної небезпеки крафтових пивоварних виробництв шляхом реалізації кавітаційного очищення стоків від дріжджів та органічних забруднень на основі дослідження закономірностей та особливостей процесу загибелі мікроорганізмів за умов спільної дії кавітації та газового середовища.

Перспективність і актуальність проведених досліджень не викликає сумніву, оскільки їх тематика є складовою частиною наукового напрямку у рамках держбюджетних тем: № держ. реєстрації 0110U004691 “Дослідження кінетики і механізму процесів окиснення і співполімеризації органічних речовин з метою одержання нових речовин для обробки металів, волокнистих матеріалів. Застосування енергії акустичної кавітації для інтенсифікації

окиснювальних процесів” та № держ. реєстрації 0117U004474 «Удосконалення технологій продуктів бродіння».

Достовірність і новизна висновків та рекомендацій.

Враховуючи значну кількість одержаних експериментальних даних беззаперечним є самостійне виконання дисертантом експериментальної частини роботи, аналіз, обробка результатів досліджень та формулювання основних теоретичних положень та висновків роботи. Представлені результати є достовірними.

Наукова новизна роботи полягає у наступному: вперше проведена оцінка ступеня екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні впливу крафтового пивоваріння, що дозволило обґрунтовано вибрати стратегію очищення стічних вод з ціллю мінімізації екологічної небезпеки гідросфери. Вперше експериментально визначено вплив аерації стоків крафтового пивоваріння киснем та азотом на кількість клітин мікроорганізмів та концентрацію окиснювальних органічних речовин у водному середовищі, що дало змогу вибрати найефективніше газове середовище. Встановлено, що для опису процесу окиснення органічних речовин та руйнування клітин дріжджів у стоках крафтового пивоваріння за їх невисокої концентрації під дією кавітації в присутності азоту можна застосувати рівняння реакції першого порядку, а у випадку високих концентрацій – рівняння реакції другого порядку, що є вихідними даними для проектування очисного обладнання. Показано, що зниження біологічного забруднення стічної води пивоваріння від дріжджів можна досягнути фільтруванням висококонцентрованих дріжджових стоків через шар дробини - твердих відходів пивоваріння, що дає змогу знизити БСК на декілька порядків.

Практичне значення роботи.

Розроблено та запропоновано для впровадження ефективну технологію очищення стічних вод крафтового пивоваріння в кавітаційному полі. Створено

ефективний енергоощадний вібраційний електронасос-кавітатор, конструкція якого захищена патентом України на корисну модель. Запропоновано технологію зниження екологічного навантаження на гідросферу стічних вод крафтових пивоварень, на яку отримано патент України на корисну модель. Практична значимість роботи підтверджена двома проданими ліцензіями на ТзОВ «Крафтове пиво» (с.Кваси Закарпатської обл.). Результати роботи апробовані на ТзОВ «Пивоварня «Кумпель». Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використані у лекційних курсах та практичних роботах з дисципліни «Очищення стічних вод» Національного університету «Львівська політехніка» для студентів спеціальності 101 «Екологія».

Структура та обсяг дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 138 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 55 рисунками, текст містить 6 таблиць, у бібліографії наведено 126 літературних джерел, дисертація містить 6 додатків.

У першому розділі детально проаналізовано стан проблеми. Проведена оцінка ступеня екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні впливу крафтового пивоваріння. Показано застосування кавітації для активації та дезактивації дріжджових лізатів. Проаналізовано вплив параметрів кавітаційного процесу на ефективність окиснення органічних сполук у воді та розглянуто методи створення кавітаційних апаратів.

У другому розділі наведено методики проведення досліджень процесів очищення стічних вод, зокрема приготування поживних середовищ при визначенні загальної кількості мікроорганізмів (МЧ) у стічних водах пивної промисловості, визначення концентрації органічних речовин (ХСК) у стічних водах пивної та спиртової промисловостей. Наведено опис експериментальної установки та подано склад модельних розчинів. Загалом зміст розділу підтверджує методичну зрілість дисертанта, а описані методики забезпечують достовірність отриманих результатів.

У третьому розділі викладено результати оцінки ступеня екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні впливу крафтового пивоваріння. Проаналізовано особливості негативного впливу стоків крафтового пивоваріння на довкілля та розглянуто можливі наслідки цього впливу. Ідентифіковано джерела екологічної безпеки крафтового пивоваріння, які тісно пов'язані із локалізацією утворення твердих відходів, стічних вод та викидів в атмосферу. Проведено аналіз динаміки розвитку крафтового виробництва пива в Україні та оцінку екологічної небезпеки в зоні впливу крафтового пивоваріння, наведено перспективні шляхи мінімізації цієї екологічної небезпеки.

У четвертому розділі представлено результати і аналіз експериментальних досліджень очищення стічних вод пивоварень від органічних та біологічних забруднень як в умовах кавітації, так і без них при дії різних газів. Доведено ефективність впливу природи барботованого газу на руйнування органічних забруднень в досліджуваній воді та загибель мікроорганізмів. Найвищого очисного ефекту для руйнування органічних забруднень (зменшення ХСК в 2,3рази) та знезараження води від мікроорганізмів (зменшення МЧ в 7,6 рази) було досягнуто в кавітаційному полі в атмосфері азоту. Показано, що процес руйнування органічних сполук та знезараження стічних вод пивоварні можна описати кінетичним рівнянням першого порядку. Досліджено довготривалий вплив повітря на попередньо очищені в кавітаційних умовах стічні води «Пивоварні «Кумпель» та розраховано ступені руйнування органічних речовин – 87,09 % та ступені знезараження води – 88,23 %, а також встановлений ряд активності впливу газів на органічні і біологічні забруднення в умовах кавітації.

У п'ятому розділі наведено устаткування для знезараження стічних вод пивоваріння, описано конструкції вібраційного насоса-кавітатора, визначено оптимальні режими його роботи, а саме: оптимальна частота - 37Гц, при якій електроспоживання є мінімальним при роботі електромагнітного вібронасоса-кавітатора. Автором спроектовано технологічну схему очищення дріжджових стоків пивоварні, що дозволяє підвищити ефективність процесів очищення на 25%-85% в залежності від природи барботованого газу та умов застосування.

Шостий розділ присвячено пошуку шляхів розширення результатів

досліджень. Проведено кавітаційне очищення стічних вод спиртової промисловості від органічних забруднень в атмосфері вище згаданих газів: азоту, кисню і суміші азоту та кисню у співвідношенні 1:1 з метою вирішення проблеми техногенного забруднення довкілля органічними речовинами, які містяться у даних стічних водах та для зменшення кількості викидів органічних забруднень у водне середовище. Встановлено, що спільна дія барботування газів у кавітаційному полі на 25-50% ефективніша, порівняно із дією УЗ і на 19-23% ефективніша дії виключно газів, що свідчить про синергічний ефект одночасного застосування газу та УЗ для руйнування наявних у рідині органічних домішок: $k(\text{УЗ/газ}) > k(\text{УЗ}) + k(\text{газ})$. Встановлено відносний ряд ефективності впливу природи газу на процес кавітаційного очищення стічної води спиртзаводу: $\text{N}_2 > \text{O}_2 > \text{N}_2 + \text{O}_2$. Експериментально визначено оптимальні параметри кавітаційного руйнування органічних сполук у стічних водах спиртзаводу, а саме $T=308 \text{ K}$ при $P=1 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Повнота викладу дисертації в опублікованих працях.

Представлені результати наукових досліджень Фалика Т.С. у сукупності є значним досягненням для подальшого розвитку екологічної безпеки.

Усі розділи дисертаційної роботи викладені у логічній послідовності і пов'язані між собою. Після кожного розділу наведені короткі висновки, які підсумовують отримані результати і є своєрідним містком для подальших досліджень.

Матеріали дисертації достатньо повно опубліковані у 14 наукових публікаціях, в тому числі у 7 статтях (з них 2 – у фахових виданнях України, 5 – статей, що включені до міжнародних наукометричних баз даних), 2 патентах України на корисну модель та 7 тезах доповідей на вітчизняних та міжнародних конференціях.

У цілому, дисертаційна робота Фалика Т.С. є завершеною науковою працею, оформлена згідно вимог, результати досліджень належним чином оброблено і проілюстровано.

Зауваження

1. В практичній цінності роботи (стор. 19) стверджується: «Аналіз даних експериментальних досліджень дав змогу розробити та запропонувати для впровадження ефективну технологію очищення стічних вод крафтового пивоваріння в кавітаційному полі». В роботі потрібно було б навести результати досліджень адсорбції забруднюючих речовин із стічних вод.

2. Не достатньо зрозумілим є вибір природи барботованих газів в реакційне середовище як в кавітаційних умовах, так і без них при очищенні стічних вод пивоварні та стоків спиртзаводу, адже ряд робіт, що присвячені кавітаційним впливам проводилися у різноманітних газових середовищах.

3. Основний показник, яким оперує автор при дослідженні ступеня очищення стічних вод від органічних забруднень було ХСК (хімічне споживання кисню). Згідно із визначення ХСК – це кількість кисню у $\text{мгО}^2/\text{дм}^3$, яка необхідна для повного окиснення органічних речовин, які містяться у пробі води. Чи не доцільним було б провести дослідження, щодо визначення загального органічного вуглецю?

4. З експериментальних досліджень та запропонованої технологічної схеми не зовсім зрозуміло чи впливає на швидкість кавітаційного очищення стічної води та технологічні параметри процесу швидкість руху рідини, тиск тощо?

5. В роботі не досліджено хімічний склад, концентрації та токсичність утворених шкідливих речовин у стічних водах після кавітаційної обробки води, можливо загибель мікроорганізмів після кавітаційного впливу, може призвести до додаткового забруднення води утвореними продуктами?

6. У розділі 5 (рисунок 5.7) запропоновано принципову технологічну схему очищення дріжджових стоків пивоварних підприємств, де вібраційний електронасос-кавітатор займає проміжне місце в процесі очищення води. Завершальною стадією обробки води є адсорбційне очищення. Автором запропоновано в якості адсорбентів глауконіт та палигорськіт. Чим обумовлений вибір адсорбентів і можливо доцільно було б експериментально підтвердити їх високу ефективність?

7. У роботі та в авторефераті є наявні ряд граматичних та стилістичних помилок, зокрема: стор.36, 75, 82, 95,100 та стор.6, 7.

Наведені зауваження та пропозиції не зачіпають основних положень та висновків роботи і не применшують її наукової та практичної цінності.

Висновки

Вважаю, що за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю дисертаційна робота **“Екологічні проблеми крафтових пивоварень та способи їх вирішення”**, повністю відповідає вимогам до кандидатських дисертацій згідно п. 9; 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор, Фалик Тарас Сергійович, заслуговує присвоєння вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
кандидат технічних
наук, доцент,
в.о. зав. кафедри менеджменту
Львівського Державного університету
внутрішніх справ
Львів, 27 лютого 2019р.

Леськів Г.З.

