Фалик Тарас Сергійович, аспірант кафедри технології органічних продуктів Національного університету &laquo;Львів&shy;ська політехніка&raquo;: &laquo;Екологічні проблеми крафтових пиво&shy;варень та способи їх вирішення&raquo; (21.06.01 - екологічна безпека). Спецрада К 35.052.22 у Національному універси&shy;теті &laquo;Львівська політехніка&raquo; МОН України

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

**ФАЛИК ТАРАС СЕРГІЙОВИЧ**

**УДК 66.084+541.182; 628.1; 658.265**

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КРАФТОВИХ ПИВОВАРЕНЬ**

**ТА СПОСОБИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека, галузь знань 101 - екологія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.С.Фалик

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Шевчук Лілія Іванівна, доктор технічних наук, професор,

**Львів – 2018**

**ЗМІСТ**

стор.

ВСТУП……………………………………………………………………16

1.РОЗДІЛ 1.СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

ПИВОВАРІННЯ В УКРАЇНІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)……………….21

1.1. Методи та способи покращення екологічного стану

харчових виробництв…………………………………………………… 21

1.2. Застосування кавітації для активації та дезактивації

дріжджових лізатів……………………………………………………. 25

1.3. Вплив параметрів процесу на ефективність окиснення органічних сполук у воді………………………………………… ………………………..27

1.3.1. Вплив температури………………………………………………..27

1.3.2. Вплив тиску………………………………………………………..27

1.3.3. Вплив УЗ на мікроорганізми у водному середовищі 27

1.4.Методи створення кавітаційних апаратів 30

1.5.Цілі та завдання досліджень 35

2. РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ.

МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ 37

2.1. Вихідні речовини 37

2.2. Приготування поживних середовищ 39

2.3. Визначення концентрації органічних речовин (ХСК) 40

2.4. Визначення загальної кількості мікроорганізмів

(мікробне число МЧ) 41

2.5. Схема реактора 42

2.6. Схеми експериментальних установок 45

2.7. Висновки до 2 розділу 47

3. РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ ВПЛИВУ

КРАФТОВОГО ПИВОВАРІННЯ 48

3.1. Особливості негативного впливу стоків крафтового

пивоваріння на довкілля та можливі наслідки цього впливу 48 13

3.2. Ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні

впливу крафтового пивоваріння 53

3.3. Аналіз динаміки розвитку крафтового виробництва

пива в Україні 54

3.4. Оцінка екологічної небезпеки в зоні впливу крафтового

пивоваріння та перспективні шляхи мінімізації цієї

екологічної небезпеки 56

3.5. Висновки і узагальнення до 3 розділу 58

4. РОЗДІЛ 4. ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ

ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ ПИВОВАРЕНЬ ВІД ОРГАНІЧНИХ

ТА БІОЛОГІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ В УМОВАХ КАВІТАЦІЇ 60

4.1. Фільтрація висококонцентрованих стоків від дріжджів 60

4.2. Дослідження закономірностей кавітаційного очищення

дріжджових стоків 62

4.3. Дослідження впливу природи барботованого газу на процес

очищення промислових стічних вод. 63

4.4. Дослідження динаміки зміни вмісту органічних та

біологічних забруднень стічних вод «Пивоварні «Кумпель»

після кавітаційної обробки 73

4.5. Дослідження кінетики процесу очищення стічної води

«Пивоварні «Кумпель» 81

4.6. Висновки та узагальнення до 4 розділу 85

5. РОЗДІЛ 5. УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ

СТІЧНИХ ВОД ПИВОВАРІННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНА

СХЕМА ПРОЦЕСУ 87

5.1. Опис конструкції вібраційного насоса-кавітатора 87

5.2. Визначення оптимальних режимів роботи кавітатора 94

5.3. Технологічна схема очищення дріжджових стоків пивоварні 96

5.4. Узагальнення та висновки до 5 розділу 97 14

РОЗДІЛ 6. ПОШУК ШЛЯХІВ РОЗШИРЕННЯ

РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ 99

6.1. Дослідження впливу природи газу на кавітаційне очищення

стічних вод спиртзаводу 99

6.2. Дослідження впливу температури на процес руйнування

домішок органічних сполук 110

6.3. Узагальнення та висновки до 6 розділу 120

ВИСНОВКИ 122

Список використаних джерел 124

ДОДАТКИ 139 15

|  |  |
| --- | --- |
| **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ** БСК | Біохімічне споживання кисню |
| ВКС  НКС | Висококонцентровані стоки дріжджів  Низькоконцентровані стоки дріжджів |
| УЗ | Ультразвук |
| УЗК | Ультразвукова кавітація |
| ПАР | Поверхнево активні речовини |
| МО | Мікроорганізми |
| СВ | Стічні води |
| КУО | Колонієутворюючі одиниці |
| ХПК | Хімічна потреба в кисні |
| ХСК | Хімічне споживання кисню |
| МЧ | Мікробне число |
| С | Концентрація |
| С0 | Початкова концентрація |

**ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі наведено результати літературних даних, які підт-верджують актуальність досліджень. Наведені та проаналізовані різні сучасні методи очищення промислових стоків, які поряд із позитивними сторонами характеризуються рядом недоліків. Викладені науково-технічні досягнення в області ка-вітаційного оищення СВ, а також вирішено наукове завдання щодо розроблення технології очищення стічних вод крафтових пивоварень, техніч-ним рішенням якого є створення способу фільтрації дріжджових стоків через шар дробини та розроблення вібраційного електронасоса-кавітатора для очи-щення СВ від органічних та біоло-гічних забруднень, що характеризується надійністю експлуатації, економічною доцільністю та простотою виконання. Проведено комплекс експериментальних дос-ліджень для процесу кавітацій-ного очищення дріжджових стоків та стоків спиртових виробництв, в результаті яких:

1. Проведена оцінка ступеня екологічної небезпеки від забруднення дов-кілля в зоні впливу крафтового пивоваріння, на основі якої встановлено, що перспективною є двохстадійна технологія очищення стоків: (1 стадія – фільтру-вання на дробині; 2 стадія – кавітаційна обробка). У випадку застосування різних способів створення кавітаційного поля досягається такий ступінь очи-щення стоків від дріжджів: для ультразвуку - 90%; для віброрезонансного впливу – 80%; для застосування насоса- кавітатора – 60%.

2. Показано, що фільтрація висококонцентрованих дріжджових стоків через шар дробини дозволяє знизити рівень біологічного забруднення майже у 200 разів, при цьому вміст органічного забруднення зменшується на 60%.

3. Експериментально підтверджено, що в атмосфері азоту при кавітацій-ному очищенні стічної води з різними вихідними параметрами досягнуто високого ступеня очищення (62-77%), порівняно із киснем (43-67%), суміші цих газів (39-63%) незалежно від початкової кількості органічних речовин та встановлено відносний ряд ефективності газів (азот, кисень, суміші азоту і кисню) в кавітаційних умовах на знезараження від дріжджів Saccharomyces cerevisiae та деструкції органічних сполук. 123

4 Встановлено, що спільна дія барботування газів у кавітаційному полі на 25-50% ефективніша порівняно із дією УЗ і на 19-23% ефективніша дії виключ-но газів , що свідчить про синергічний ефект одночасного застосування газу та УЗ для руйнування наявних у рідині органічних домішок:

**k(УЗ/газ) > k(УЗ) + k(газ)**

5. Досліджено довготривалий вплив повітря на попередньо очищену в каві-таційних умовах стічну воду пивоварні та розраховано ступені руйнування органічних речовин – 87,09 % та ступені знезараження води – 88,23 %

6. Запропоновано спосіб кавітаційного очищення стоків пивоварень і для його реалізації розроблено вібраційний електронасос-кавітатор резонансної дії, основною перевагою якого є висока продуктивність, придатність для обробки значних обсягів рідин у неперервному їх потоці у поєднанні із довготривалим терміном роботи.

7. Проведена оптимізація роботи вібраційного електронасоса - кавітатора в за-лежності від частоти коливань дек-збурювачів кавітації з метою виявлення резонан-сних частот та мінімального енергоспоживання.

8. Показано, що технологію кавітаційного очищення стічних вод можна пошири-ти і на спиртову промисловість – в присутності азоту під дією кавітації досягається 90% ступінь руйнування органічних забруднень.

9. Запропоновано принципову технологічну схему очищення стічних вод крафтових пивоварень від хімічних та біологічних забруднень, що включає віброкавітаційну обробку стоків у вдосконаленій робочій камері, принциповою відмінністю якої є наявність не пласких дек із отворами, які можуть забиватись продуктами руйнування дріжджів, а зміщення кавітаційної зони реакції над деками, що дозволяє підвищити інтенсивність формованого кавітаційного поля та продуктивність обробки стоків.

10. Високу ефективність технології очищення стоків пивоварні підтер-джено продажем 2 ліцензій та впровадженням, проведеними на ТзОВ «Краф-тове пиво» (с.Кваси Закарпатської обл.), а також актом випробовувань на ТзОВ «Пивоварня «Кумпель».