ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Модернізація листового фільтру МВЖ з метою підвищення продуктивності на 10%»

Виконав:

Здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання

Іван ФРОЛЯК

Керівник:

доцент ***Віталій ПІДЛІСНИЙ***

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів _____
Шкала ECTS _____
«____» червня 2026 р.

Допускається до захисту:
«____» червня 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності
208 «Агроінженерія», доцент ***Сергій ГРУШЕЦЬКИЙ***

м. Кам’янець-Подільський, 2026

З М І С Т

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ .. 4
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ 5
АНОТАЦІЯ 6
РЕФЕРАТ 7
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА ПОЗНАЧЕНЬ .. 8
ВСТУП …… 9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА КОНСТРУКЦІЇ ЛИСТОВОГО ФІЛЬТРА МВЖ ……. 11
1.1 Технологічний процес очищення дифузійного соку 11
1.2 Призначення та область застосування листового фільтра МВЖ 12
1.3 Будова та принцип роботи листового фільтра МВЖ ……... 14
1.4 Аналіз недоліків існуючої конструкції фільтра МВЖ …… 15
Висновок до першого розділу …….. 16
РОЗДІЛ 2 МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛИСТОВОГО ФІЛЬТРА МВЖ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ……. 17
2.1 Обґрунтування необхідності модернізації ……. 17
2.2 Аналіз існуючої конструкції механізму закривання ……. 18
2.3 Опис запропонованої модернізації ……. 19
2.4 Принцип роботи модернізованого фільтра …… 20
2.5 Очікувані результати модернізації …….. 21
Висновок до другого розділу …… 22
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЛЬТРА МВЖ …… 24
3.1 Розрахунок продуктивності листового фільтра МВЖ до та після модернізації 24
3.2 Розрахунок площі поверхні фільтрації ……..... 26
3.3 Розрахунок часу допоміжних операцій та ефективності модернізації …… 28
3.4 Розрахунок зусилля затискання кришки фільтра …… 30
3.5 Гідравлічний розрахунок та підбір насоса приводу

модернізованого механізму …….. 33
3.6 Розрахунок опор апарата …… 35
Висновок до третього розділу ……... 36
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ……. 38
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів
при експлуатації листового фільтра МВЖ ……..... 38
4.2 Заходи з охорони праці та виробничої безпеки при
експлуатації листового фільтра МВЖ ……..... 39
4.3 Заходи з охорони довкілля при експлуатації листового
фільтра МВЖ ……. 43
Висновок до четвертого розділу …….. 46
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ 47
5.1 Розрахунок економічної ефективності модернізації фільтра … … 47
5.2 Розрахунок зниження експлуатаційних витрат після модернізації 49
5.3 Розрахунок загального економічного ефекту та
ефективності інвестицій …… 51
Висновок до п’ятого розділу …… 53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ …… 54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 56
ДОДАТКИ…… 59

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

1. Технологічна схема очищення дифузійного соку.
2. Технологічна схема фільтра МВЖ.
3. Фільтр листовий МВЖ-60. Загальний вигляд.
4. Гідроциліндр. Складальне креслення. Робоче креслення деталей.
5. Техніко-економічні показники модернізації.

В С Т У П

Цукрова промисловість є однією з провідних галузей харчової промисловості України, яка забезпечує населення важливими продуктами харчування та формує значну частину агропромислового комплексу держави [29]. Ефективність функціонування підприємств цукрової галузі значною мірою залежить від рівня технічного оснащення виробництва, впровадження сучасного технологічного обладнання та автоматизації виробничих процесів [5].

Одним із найважливіших етапів виробництва цукру є очищення дифузійного соку від механічних та колоїдних домішок. Від якості проведення процесу фільтрації залежить ефективність подальших технологічних операцій, вихід готової продукції, її якість, а також економічні показники підприємства [3]. У сучасних умовах особливого значення набуває використання високопродуктивного фільтраційного обладнання, здатного забезпечити стабільну роботу підприємства при мінімальних витратах енергії та допоміжних матеріалів [12].

На багатьох цукрових заводах України експлуатується обладнання, яке морально та фізично застаріло, що призводить до збільшення тривалості технологічних циклів, втрат цукру, зростання витрат електроенергії та зниження загальної продуктивності виробництва [30]. Особливо це стосується фільтраційного обладнання, яке працює в умовах значних механічних навантажень, підвищеної температури та агресивного середовища [8].

Для очищення соку після сатурації на підприємствах широко застосовуються листові фільтри типу МВЖ, які характеризуються достатньо високою ефективністю фільтрації, герметичністю конструкції та можливістю роботи під тиском [19].

Проте значні витрати часу на допоміжні операції, зокрема відкривання корпусу, очищення фільтрувальних елементів та технічне обслуговування, негативно впливають на продуктивність обладнання [24].

У зв’язку з цим актуальним завданням є модернізація листового фільтра МВЖ з метою скорочення тривалості простоїв, удосконалення конструктивних

елементів та підвищення ефективності його роботи. Використання сучасних технічних рішень дозволяє підвищити продуктивність обладнання, зменшити втрати продукту та покращити умови праці обслуговуючого персоналу [11].

У даному дипломному проєкті розглядається модернізація листового фільтра МВЖ шляхом удосконалення механізму відкривання та обслуговування фільтра, що дозволяє скоротити тривалість допоміжних операцій і підвищити продуктивність обладнання на 10 %.

Об’єктом дослідження є процес фільтрації соку у листовому фільтрі МВЖ.

Предметом дослідження є конструктивні та технологічні параметри листового фільтра МВЖ після модернізації.

Метою дипломного проєкту є модернізація листового фільтра МВЖ для підвищення продуктивності процесу фільтрації на 10 % шляхом удосконалення конструкції обладнання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз технологічного процесу очищення соку;
- дослідити конструкцію та принцип роботи листового фільтра МВЖ;
- визначити основні недоліки існуючої конструкції;
- розробити конструктивну модернізацію фільтра;
- виконати технологічні та конструктивні розрахунки;
- оцінити економічну ефективність модернізації;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки експлуатації обладнання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційному проєкті розглянуто питання модернізації листового фільтра МВЖ з метою підвищення продуктивності на 10 % у технологічному процесі очищення дифузійного соку цукрового виробництва.

Проведено аналіз технологічного процесу та конструкції фільтра МВЖ. Встановлено, що основними недоліками існуючої конструкції є значна тривалість допоміжних операцій, трудомісткість обслуговування та простої обладнання, що знижує ефективність роботи фільтра [24].

Обґрунтовано модернізацію механізму закривання кришки шляхом заміни болтових затискачів на поворотні однолопасні гідроциліндри. Це дозволяє автоматизувати процес обслуговування, скоротити час простоїв та підвищити надійність герметизації [14].

Виконано конструктивно-технологічні розрахунки, які підтвердили можливість досягнення підвищення продуктивності на 10 %, визначено основні параметри гідросистеми та зусилля затискання кришки фільтра.

Розглянуто питання охорони праці та охорони довкілля. Визначено небезпечні та шкідливі фактори, розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Проведено економічне обґрунтування, яке підтвердило високу ефективність модернізації: термін окупності становить 0,36 року, а економічний ефект є значним.

Пропонується:

- впровадити запропоновану модернізацію механізму закривання листового фільтра МВЖ на діючих підприємствах цукрової промисловості;
- використовувати гідравлічні приводи для автоматизації допоміжних операцій фільтрів аналогічного типу;
- проводити регулярний моніторинг технічного стану фільтрувального обладнання з метою підвищення його ефективності;
- впроваджувати енергоощадні технології у сокоочисних відділеннях цукрових заводів;

- удосконалювати системи безпеки та автоматизації обслуговування обладнання.

Отримані результати підтверджують, що запропонована модернізація є технічно обґрунтованою, економічно доцільною та сприяє підвищенню ефективності роботи цукрового виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств : підручник. Київ : КНЕУ, 2013. 779 с.
2. Бандуренко Г. М., Ковальчук В. В. Машини та обладнання для переробки сільськогосподарської продукції : навч. посіб. Київ : Агроосвіта, 2018. 356 с.
3. Бурдо О. Г., Терзієв С. Г. Процеси та апарати харчових виробництв : підручник. Одеса : Поліграф, 2016. 408 с.
4. Власенко Л. О. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 320 с.
5. Гуменюк І. М. Технологічне обладнання цукрових заводів : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2020. 325 с.
6. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.
7. ДСТУ EN 13445-1:2015. Посудини, що працюють під тиском. Загальні вимоги. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 74 с.
8. Дяченко В. П., Марченко С. В. Обладнання цукрового виробництва : навч. посіб. Вінниця : Нова Книга, 2019. 412 с.
9. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. Львів : Афіша, 2014. 376 с.
10. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII. URL: Верховна Рада України
11. Іванов В. І., Петренко О. М. Автоматизація технологічних процесів харчових виробництв : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2021. 287 с.
12. Коваль О. А. Процеси фільтрації в харчовій промисловості : монографія. Київ : НУБіП України, 2020. 214 с.
13. Ковтун О. В. Основи проєктування технологічного обладнання : навч. посіб. Харків : Факт, 2018. 298 с.
14. Кравченко М. С. Гідравліка та гідроприводи : навч. посіб. Київ : Кондор, 2019. 256 с.

15. Кузьмін О. Є., Сорока Л. В. Інженерна механіка : підручник. Львів : Львівська політехніка, 2017. 488 с.

16. Ладанюк А. П., Трегуб В. Г., Ельперін І. В. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. 224 с.

17. Лисенко В. П. Машини та обладнання агропромислового виробництва : навч. посіб. Київ : Вища освіта, 2016. 543 с.

18. Мельник Л. В. Технологічне обладнання харчових виробництв : навч. посіб. Київ : ПрофКнига, 2021. 410 с.

19. Методичні рекомендації для виконання та оформлення дипломного проєкту здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Н7 (208) «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир А.В. Рудь, С.М. Грушецький, Вік.І. Дуганець, Вас.І. Дуганець / за ред. А.В. Рудь. Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ», 2025. 68 с.

20. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. Київ : Держпраці України, 2018.

21. НПАОП 15.8-1.22-17. Правила охорони праці для працівників підприємств харчової промисловості. Київ : Держпраці України, 2017.

22. Олексенко В. П. Теоретичні основи процесів очищення рідин : навч. посіб. Дніпро : Акцент ПП, 2018. 244 с.

23. Паливода Ю. І. Основи машинобудування : навч. посіб. Київ : Каравела, 2015. 352 с.

24. Паламарчук О. В. Удосконалення процесів фільтрації в цукровому виробництві // Харчова промисловість. 2021. № 29. С. 44–51.

25. Петренко І. О., Шевченко В. М. Сучасні технології очищення соку в цукровому виробництві // Наукові праці НУХТ. 2020. Т. 26, № 4. С. 112–119.

26. Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. Київ : Основа, 2018. 280 с.

27. Процеси та апарати харчових виробництв : підручник / за ред. А. І. Українця. Київ : НУХТ, 2020. 746 с.

28. Савченко І. В. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2019. 364 с.

29. Сидоренко В. М. Інженерна графіка : підручник. Київ : Каравела, 2017. 512 с.

30. Сіренко О. П. Основи технологічних розрахунків у харчовій промисловості : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 278 с.

31. Технологія цукру : підручник / за ред. П. О. Сіліна. Київ : НУХТ, 2019. 684 с.

32. Фільтраційне обладнання харчових виробництв : каталог обладнання. Київ : ТОВ «Продмаш», 2022. 58 с.

33. Хоменко М. П. Основи технічної діагностики обладнання : навч. посіб. Харків : ФОП Бровін О. В., 2021. 231 с.

34. Czarnik-Matusewicz B., Piepiórka-Stepuk J. Modern Filtration Systems in Food Industry // Journal of Food Engineering. 2021. Vol. 305. P. 110622.

35. Geankoplis C. J. Transport Processes and Separation Process Principles. 5th ed. Boston : Pearson Education, 2018. 1104 p.

36. Ббібліотека ЗВО «ПДУ» https://pdatu.edu.ua/naukova-biblioteka.html

37. Репозитарій університету: https://pdatu.edu.ua/repozytarii.html.