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

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Модернізація вальцевого верстата марки А1-БЗ-3Н з метою покращення якості борошна»

Виконав:

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

Валерій ВОЗОВИЧ

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 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ТЕМИ …… 11
1.1 Стан та перспективи розвитку борошномельного виробництва 11
1.2 Класифікація та особливості процесів розмелу зерна …….. 11
1.3 Технологічні вимоги до процесу отримання борошна …… 12
1.4 Обґрунтування актуальності теми ……. 14
Висновок до першого розділу …….. 16
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ, ПРИНЦИПУ РОБОТИ ТА ПОРІВНЯННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ …… 17
2.1 Огляд та аналіз конструкцій вальцевих верстатів …… 17
2.2 Конструкція та принцип роботи вальцевого верстата А1-БЗ-3Н 21
2.3 Теоретичне обґрунтування впливу параметрів валків на процес подрібнення …… 26
Висновок до другого розділу …… 28
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАЛЬЦЕВОГО ВЕРСТАТА А1-БЗ-2Н …… 30
3.1 Розрахунок технологічних параметрів вальцевого верстату 30
3.2 Розрахунок клинопасової передачі приводу верстата …….. 32
3.3 Розрахунок розмелюючого валка на жорсткість із зменшеним зовнішнім діаметром ……. 35
Висновок до третього розділу ……... 38
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ …… 40
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів …… 40

4.2 Заходи з охорони праці при експлуатації вальцевого верстата … 41
4.3 Пожежна та електробезпека …… 42
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях ……. 43
Висновок до четвертого розділу …… 44
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ 46
5.1 Загальна характеристика економічної ефективності модернізації 46
5.2 Витрати на модернізацію вальцевого верстата ……. 46
5.3 Вихідні дані та припущення …… 47
5.4 Розрахунок економії енергії …… 47
5.5 Розрахунок терміну окупності модернізації ……..…… 47
5.6 Розрахунок зниження питомих витрат на одиницю продукції … 47
Висновок до п’ятого розділу ……. 48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ……. 49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …..…….. 50
ДОДАТКИ……. 53

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

1. Схема активного вентилювання.
2. Регулятор газового середовища. Складальне креслення.
3. Кришка регулятора газового середовища. Фільтрувальний елемент. Складальні креслення.
4. Робочі креслення деталей.
5. Економічні показники проєкту.

В С Т У П

Борошномельна промисловість є однією з ключових ланок агропромислового комплексу України, оскільки забезпечує переробку зернової сировини та виробництво соціально значущої продукції. Якість борошна безпосередньо залежить від технічного рівня та експлуатаційних характеристик обладнання, яке використовується на млинах, зокрема від ефективності роботи вальцевих верстатів, що є основними машинами процесу розмелу зерна.

Сучасні вимоги до якості борошна передбачають високий вихід ендосперму, мінімальний вміст часток оболонок і зародка, стабільність гранулометричного складу та зниження енергетичних витрат на подрібнення. Проте значна частина вальцевих верстатів, які експлуатуються на діючих підприємствах, була спроєктована за застарілими технічними рішеннями, що обмежує можливості регулювання режимів подрібнення та негативно впливає на якість готової продукції.

Вальцевий верстат марки А1-БЗ-3Н широко застосовується у складі технологічних ліній виробництва борошна, зокрема на обдирних системах. Незважаючи на його надійність і простоту конструкції, окремі параметри верстата не повною мірою відповідають сучасним вимогам до ефективності подрібнення та якості борошна. Це обумовлює доцільність проведення його модернізації з метою оптимізації процесу розмелу, зменшення енергоємності та покращення показників якості готової продукції.

Актуальність даного дипломного проєкту полягає у необхідності підвищення технічного рівня існуючого вальцевого обладнання шляхом удосконалення його конструктивних параметрів без значного збільшення капітальних витрат. Модернізація вальцевого верстата дозволить знизити собівартість виробництва борошна, забезпечити стабільність технологічного процесу та підвищити конкурентоспроможність підприємства.

Метою дипломного проєкту є модернізація вальцевого верстата марки А1-БЗ-3Н з метою покращення якості борошна та зменшення сукупних витрат на його виробництво.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких завдань**:**

- проаналізувати технологічні процеси розмелу зерна та роль вальцевих верстатів у формуванні якості борошна;
- дослідити конструкцію та принцип роботи вальцевого верстата марки А1-БЗ-3Н;
- визначити основні недоліки існуючої конструкції, що впливають на якість подрібнення;
- обґрунтувати доцільність зменшення діаметра вальців як напряму модернізації;
- розробити конструктивні рішення модернізованого вальцевого верстата;
- оцінити техніко-економічну ефективність запропонованої модернізації;
- розглянути питання охорони праці та безпеки при експлуатації модернізованого обладнання.

У зв’язку з цим тема кваліфікаційної роботи є актуальною та відповідає сучасним тенденціям розвитку агроінженерії і харчових технологій.

У роботі використано аналітичні, розрахункові та інженерно-конструкторські методи дослідження з урахуванням вимог чинних нормативних документів.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості впровадження розробленої технологічної схеми та удосконаленого дозувально-пакувального автомата у виробничих умовах підприємства з метою підвищення якості продукції та зниження виробничих витрат.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Дослідження сучасних джерел підтвердило, що підвищення ефективності валкових верстатів і зниження енергоспоживання є актуальним завданням для зернопереробної промисловості. Вивчення наукових праць дозволило визначити ключові фактори, що впливають на якість подрібнення та економічні показники виробництва.

Порівняльний аналіз конструкцій валкових верстатів показав, що зменшення діаметра валків з 250 мм до 200 мм підвищує швидкість деформування зерна та ефективність подрібнення. Розрахунки кінематичних і конструктивних параметрів підтвердили допустимий рівень прогину валків та стабільну роботу обладнання при модернізації.

Проведені розрахунки швидкості деформування, продуктивності, жорсткості валка та параметрів пасової передачі показали, що модернізація забезпечує оптимальні технологічні умови без зниження продуктивності верстата. Внутрішній діаметр валка 145–160 мм забезпечує необхідну міцність при експлуатації.

Впроваджені заходи з охорони праці, пожежної та електробезпеки відповідають нормативним вимогам і знижують ризики травматизму. Розроблено додаткові інструкції щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях, що забезпечує захист персоналу при експлуатації модернізованого обладнання.

Розрахунки економічного ефекту показали, що модернізація верстата дозволяє знизити витрати електроенергії та забезпечити економію виробничих ресурсів. Терміни окупності проекту складають близько 1 року, що підтверджує доцільність його реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вальцьове подрібнююче обладнання / Петров В.М.: Одеса : ОДАБА, 2019. 227 с.

2. В. Девін, С. Єрмаков, О. Горбовий, В. Підлісний та О. Семенов, «Дослідження робочих органів молоткових дробаровок з використанням методу скінченних елементів», *ETR* , т. 3, с. 65–68, січень 2024 р.

3. В.М. Федорів, В.В. Підлісний, О.М. Семенов, О.О. Єрменчук Обґрунтування впливу інтенсифікації процесу просіювання на адгезійні властивості сипких матеріалів // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. № 29. Львів : 2022. С.70-76.

4. ДСТУ 4805-2007. Охорона праці. Основні положення з пожежної безпеки на виробництві. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007.

5. ДСТУ 4100-2002. Вимоги безпеки при експлуатації електроустановок Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2002.

6. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв / Богомолов О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. Харків : «Міськдрук», 2014. 254 с.

7. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика: посібник з розв’язування задач. / Г. І. Кармелюк Київ : Центр учбової літератури, 2017. 576с.

8. Ковальчук І.П. Модернізація та оптимізація конструкцій валкових верстатів. Харків : ХНУ, 2020. 165 с.

9. Куприц Я.Н. Сучасні технології млинарства: закордонний досвід та адаптація в Україні. Львів : ЛНУ, 2019. 198 с.

10. Ляшенко В.В., Гнатюк О.М. Енергетика та економіка зернопереробних підприємств. Київ : НАУ, 2019. 198 с.

11. Матвієнко С.О., Бондаренко Ю.В. Економічна ефективність модернізації технологічного обладнання. Київ : КНЕУ, 2021. 132 с.

12. 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.

13. М. Маракін Аналіз процесу подрібнення зерна на вальцьових верстатах/ Маракін М.С. / Матеріали VI міжнародної студентської науково-технічної конференції. Т: ТНТУ, 2023. с.236-237

14. Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І., та ін. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. Вінниця : Нова книга, 2004. 288с;

15. Назаренко М.В. Системи автоматичного управління валковими верстатами. Харків : ХНАУ, 2019. 178 с

16. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в дипломному проектуванні переробних і харчових виробництв / Богомолов О. В., Гурський П. В., Денисенко С. А., Токолов Ю. І., Шерстюк В. С., Маніло В. Л. ХНТУСГ. Харків : 2013. 185 с.

17. Панченко А.В., Гальперин Г.Д., Котляр Л.И. Подрібнення зерна на валкових верстатах. Харків : ФОП Петров, 2017. 245 с.

18. Пат. 151960 U Україна, МПК B02C 4/02 (2006.1). Валкова дробарка для зерна / Бончик В.С., Дуганець В.І., Підлісний В.В., Оленюк О.А., Кузьмінська І.М. (Україна) № u 2022 01465; Заявлено 06.05.2022; Опубл. 06.10.2022, Бюл. № 40.

19. Пат. 152600 U Україна, МПК (2023.01) B02C 18/00 A23F 3/12 (2006.01). Пристрій для подрібнення харчових матеріалів / Бончик В.С., Дуганець В.І., Підлісний В.В., Семенов О.М., Федорів В.М. (Україна) № u 2022 01463; Заявлено 06.05.2022; Опубл. 22.03.2023, Бюл. № 12.

20. Степаненко П.О., Соловйов М.В. Механіка подрібнення зерна та конструкція валкових верстатів. Київ : НАУ, 2020. 224 с.

21. Технологічне обладнання борошномельних і крупяних підприємств. Підручник. О.І.Гапонюк, Л.С. Солдатенко, Л.Г. Гросуд. В.Ф. Петько, В.М. Петров, І.І. Гапонюк. Херсон : Олді-плюс, 2018. 752 с.

22. Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв. Лабораторний практикум для студентів інженерних спеціальностей / І. М. Бендера, О. М. Семенов, О. Я. Стрельчук, В. В. Підлісний. Кам'янець–

Подільський : Абетка, 2008. 120 с.

23. Хусид С.Д. Технологія переробки зерна: теорія і практика. Київ : Вища школа, 2018. 312 с

24. Шамота В.В. Проєктування та розрахунок технологічного обладнання харчових виробництв. Київ : НУХТ, 2018. 210 с.

25. Єремеєва О. А., Харченко Є. І., Любич В. В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: моногр. / Київ : 2021. 160 с.; іл.

26. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. Geneva: ISO, 2015.

27. ISO 12100:2010. Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction. Geneva: ISO, 2010.

28. Ялпачик В. Ф., Буденко С. Ф., Ялпачик Ф. Ю., Гвоздєв О. В., Циб В. Г., Бойко В. С., Самойчук К. О., Олексієнко В. О., Клевцова Т. О., Паляничка Н. О. Розрахунок обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник. Мелітополь : Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2014. 264 с.

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

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

31. https://olis.com.ua/oborudovanie/proizvodstvo-muky/valcovyj-stanok-vsm-1000/

32. https://simo.com.ua/

33. https://soctrade.ua/obladnannya/katalog/

34. https://hydromarket.com.ua/

35. https://bioekoprom.com.ua/ua/katalog/mukomolnyie_zavodyi/

36. https://itpgroup.com.ua/partners/ocrim/mlyny-dlia-pererobky-pshenytsi