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

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Модернізація вакуумної двовальцевої сушарки шляхом заміни приводу з метою підвищення надійності її роботи»

Виконав:

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

Юрій ПІШАК

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 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУШАРОК …… 10

1.1 Сучасні методи сушіння сільськогосподарської продукції 10

1.2 Класифікація сушильного обладнання ……... 12

1.3 Конструкція та принцип роботи вакуумних сушарок ……... 14

1.4 Аналіз двовальцевих сушарок …… 16

1.5 Аналіз приводів сушарок та їх недоліків …….. 18

Висновок до першого розділу …….. 20

РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ СУШАРКИ ……..…….…….. 22

2.1 Характеристика вхідного матеріалу та готової продукції …… 22

2.2 Обґрунтування технологічної схеми та базової моделі сушарки 23

2.3 Аналіз недоліків існуючого приводу та обґрунтування модернізації ……. 25

2.4 Опис модернізованої конструкції приводу …… 26

Висновок до другого розділу …… 28

РОЗДІЛ 3 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ МОДЕРНІЗОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ …… 30

3.1 Визначення технологічних параметрів процесу сушіння 30

3.2 Розрахунок потужності приводу сушарки ……..... 31

3.3 Кінематичний розрахунок та вибір приводу ……. 33

3.4 Розрахунок елементів передачі приводу …… 35

3.5 Розрахунок валів та перевірка на міцність …… 36

Висновок до третього розділу ……... 39

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ……. 40
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів ……..... 40
4.2 Заходи з охорони праці ……..... 41
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях ……. 43
Висновок до четвертого розділу …….. 45
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ …… 46
5.1 Обґрунтування економічної доцільності модернізації …… 46
5.2 Розрахунок економічного ефекту від модернізації …….. 47
5.3 Техніко-економічні показники модернізації ……. 48
Висновок до п’ятого розділу …… 49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ …… 50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 51
ДОДАТКИ…… 54

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

1. Схема вакуумної двохвальцевої сушарки.
2. Технологічна схема вакуумної двохвальцевої сушарки.
3. Камера сушарки. Складальне креслення.
4. Робочі креслення деталей.
5. Техніко-економічні показники.

В С Т У П

Сучасний розвиток агропромислового комплексу України супроводжується зростанням вимог до якості та ефективності технологічних процесів обробки сільськогосподарської продукції. Одним із ключових етапів післязбиральної обробки є сушіння, від якого значною мірою залежать показники збереження продукції, її товарні властивості та придатність до подальшої переробки. У цьому контексті особливого значення набуває використання високоефективного сушильного обладнання, зокрема вакуумних сушарок, що забезпечують щадні режими обробки матеріалів.

Вакуумні двовальцеві сушарки широко застосовуються для сушіння термочутливих матеріалів завдяки можливості зниження температури кипіння вологи в умовах зниженого тиску. Це дозволяє мінімізувати втрати поживних речовин і зберегти якісні характеристики продукції. Водночас ефективність роботи такого обладнання значною мірою залежить від надійності його основних вузлів, серед яких важливу роль відіграє привідний механізм.

Аналіз експлуатації вакуумних двовальцевих сушарок показує, що традиційні приводи часто характеризуються недостатньою надійністю, підвищеним зносом елементів передачі та обмеженими можливостями регулювання режимів роботи. Це призводить до зростання витрат на технічне обслуговування, простоїв обладнання та зниження загальної продуктивності технологічного процесу. У зв’язку з цим актуальним є питання модернізації приводу сушарки з метою підвищення його надійності та ефективності.

Метою даного дипломного проєкту є підвищення надійності роботи вакуумної двовальцевої сушарки шляхом удосконалення її приводу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційному проєкті розглянуто питання модернізації вакуумної двовальцевої сушарки шляхом заміни приводу з метою підвищення надійності її роботи.

Проведено аналіз існуючих методів сушіння та конструкцій сушильного обладнання. Встановлено, що для сушіння в’язких і термочутливих матеріалів, зокрема томатної пасти, найбільш ефективним є застосування вакуумних двовальцевих сушарок.

Обґрунтовано вибір технологічної схеми та визначено основні недоліки існуючого приводу. Запропоновано модернізацію шляхом використання частотно-регульованого електроприводу, що забезпечує плавний пуск і стабілізацію режимів роботи.

Виконано інженерні розрахунки, визначено основні параметри процесу, потужність приводу, передаточне число, а також проведено розрахунок елементів передачі та валів на міцність. Отримані результати підтверджують працездатність і надійність модернізованої конструкції.

Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори та розроблено заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях відповідно до нормативних вимог.

Виконано економічне обґрунтування модернізації, яке показало доцільність впровадження запропонованого рішення за рахунок зниження експлуатаційних витрат та підвищення ефективності роботи обладнання.

У результаті виконаної роботи досягнуто поставленої мети – підвищення надійності роботи вакуумної двовальцевої сушарки шляхом модернізації приводу. Запропоноване технічне рішення може бути використане на підприємствах харчової промисловості для підвищення ефективності сушильних процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бандура В. М. Теплотехнічні процеси і апарати харчових виробництв. Київ : Вища школа, 2015.

2. Бойко О. В. Електропривод у промисловості. Харків : 2018.

3. Гончаренко В. Г. Основи теплотехніки. Київ : Кондор. 2014.

4. ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони / МОЗ України.

5. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.

6. ДСТУ 12.0.003:2019. ССБП. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори / Київ : 2019.

7. ДСТУ EN ISO 12100:2019. Безпечність машин. Київ : 2019.

8. ДСН 3.3.6.042-99. Мікроклімат виробничих приміщень. Київ : 1999.

9. ДСН 3.3.6.037-99. Виробничий шум. Київ : 1999.

10. ДСН 3.3.6.039-99. Виробнича вібрація. Київ : 1999.

11. ДСТУ 12.1.004:2019. Пожежна безпека. Київ : 2019.

12. Дубровін В. О. Процеси сушіння харчових продуктів. Одеса : 2016.

13. Журавльов В. М. Теорія тепломасообміну. Київ : Вища школа, 2013.

14. Кузьмін О. Є. Основи електроприводу. Львів : 2015.

15. Ковальчук І. П. Обладнання підприємств харчової промисловості. Львів : Новий Світ-2000, 2018.

16. 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.

17. 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;

18. 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.

19. Петренко І. М. Технологічне обладнання агропромислового комплексу. Київ : 2019.

20. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Київ : 2017.

21. Романенко О. В. Процеси і апарати харчових виробництв. Харків : Фоліо, 2017.

22. Соколенко А. І. Машини та обладнання харчових виробництв. Київ : Либідь, 2016.

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

24. Кодекс цивільного захисту України: Закон України №5403-VI. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17

21. Офіційний портал Верховної Ради України. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua

22. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики. Режим доступу: https://www.nerc.gov.ua

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

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

25. Schneider Electric Україна (частотні перетворювачі). Режим доступу: https://www.se.com/ua

26. Siemens Україна (електроприводи). Режим доступу: ttps://www.siemens.com/ua

27. Довідкові матеріали з сушильного обладнання. Режим доступу: https://www.engineeringtoolbox.com

28.