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

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«Модернізація завантажувально-розподільного пристрою Ш1-ПКО-90 для вапняково-випалювальної печі з метою підвищення технічного рівня»

Виконав:

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

Олександр ЗАБУДЬКО

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 ІСНУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ …… 11
1.1 Технологія випалу вапняку …..... 11
1.2 Будова та принцип роботи вапняково-випалювальної печі … 13
1.3 Аналіз конструкції завантажувально-розподільного пристрою Ш1-ПКО-90 ……... 18
Висновок до першого розділу …….. 21
РОЗДІЛ 2 МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ Ш1-ПКО-90 ……..…….… 22
2.1 Обґрунтування необхідності модернізації …… 22
2.2 Розробка модернізованої конструкції завантажувально-розподільного пристрою Ш1-ПКО-90 …… 23
2.3 Розробка кінематичної схеми завантажувально-розподільного пристрою …… 26
2.4 Розрахунок кінематичних та енергетичних параметрів приводу 28
Висновок до другого розділу …… 30
РОЗДІЛ 3 ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ВУЗЛІВ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИСТРОЮ ……. 31
3.1 Розрахунок навантажень на розподільний лоток 31
3.2 Розрахунок вала розподільного лотка ……... 32
3.3 Розрахунок розподільного лотка на міцність …… 34
3.4 Розрахунок і проектування храпового механізму поворотного лотка …… 35
3.5 Розрахунок та вибір затворів завантажувально-

розподільного пристрою …… 38
Висновок до третього розділу ……... 40
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ …… 41
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів ……..... 41
4.2 Заходи з охорони праці та безпеки ……..... 42
4.3 Пожежна безпека 44
4.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях …… 45
Висновок до четвертого розділу …….. 46
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ … 47
5.1 Витрати на модернізацію …… 47
5.2 Економічна ефективність модернізації …… 48
5.3 Техніко-економічні показники …… 49
Висновок до п’ятого розділу …… 50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ …… 52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……. 53
ДОДАТКИ…… 55

ПЕРЕЛІК АРКУШІВ ІЛЮСТРАТИВНО-ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

1. Шахтна піч для випалу вапняку. Вигляд загальний.
2. Завантажувально-розподільний пристрій Ш1-ПКО-90. Складальне креслення.
3. Модернізовані вузли. Робоче креслення.
4. Храповий механізм. Складальне креслення.
5. Техніко-економічні показники проєкту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційному проєкті виконано комплексне дослідження та розроблено модернізацію завантажувально-розподільного пристрою Ш1-ПКО-90 для вапняково-випалювальної печі з метою підвищення його технічного рівня.

У ході роботи проаналізовано технологічний процес випалу вапняку, конструкцію та принцип роботи існуючого обладнання. Виявлено основні недоліки пристрою, зокрема нерівномірність розподілу шихти, недостатню герметичність, наявність складних та енерговитратних вузлів, що знижують ефективність роботи печі.

У результаті проведеного аналізу запропоновано модернізовану конструкцію пристрою, яка передбачає:

- заміну електроприводу повороту лотка на механічний храповий механізм;
- впровадження проміжної камери для підвищення герметичності;
- використання плоских затворів замість конічного клапана;
- спрощення конструкції та зменшення матеріалоємності.

Виконано інженерні розрахунки основних вузлів модернізованого пристрою, що підтверджують його працездатність, надійність та відповідність умовам експлуатації.

Розроблено заходи з охорони праці, пожежної безпеки та безпеки у надзвичайних ситуаціях, які забезпечують безпечні умови роботи обслуговуючого персоналу.

Проведене економічне обґрунтування показало, що модернізація є доцільною: витрати на її впровадження є помірними, а термін окупності становить близько 3 років, що відповідає вимогам промислової ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гуревич Л. М. Технологія виробництва вапна і вапнякових матеріалів. Київ : Вища школа, 2010. 255 с.

2. Кузьмін О. В. Процеси та апарати харчових виробництв. Київ : НУХТ, 2015. 312 с.

3. Бондаренко В. М. Механічне обладнання підприємств харчової промисловості. Київ : НУХТ, 2012. 280 с.

4. Попович М. Г. Деталі машин. Львів : Світ, 2011. 400 с.

5. Павлика В. М. Довідник з розрахунку та конструювання машин. Київ : Техніка, 2008. 640 с.

6. Шигліков О. П. Машини та обладнання хімічних виробництв. Харків : НТУ «ХПІ», 2013. 350 с.

7. Соколенко А. І. Теплотехніка. Київ : Либідь, 2010. 224 с.

8. Коваленко І. І. Основи теплотехніки. Київ : Освіта, 2012. 256 с.

9. Бойко В. С. Основи інженерних розрахунків. Київ : Каравела, 2014. 300 с.

11. ДСТУ EN 481:2014. Атмосфера робочої зони. Визначення фракцій пилу. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2014.

12. ДСТУ EN ISO 12100:2016. Безпечність машин. Загальні принципи конструювання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.

13. ДСТУ EN ISO 13732-1. Ергономіка теплового середовища. Київ : ДП «УкрНДНЦ».

14. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання. Київ : Держпраці, 2018.

17. Левченко А. В. Основи конструювання машин. Київ : Техніка, 2011. 300 с.

21. Ляшенко В. І. Обладнання підприємств харчової промисловості. Київ : Освіта, 2013. 280 с.

22. Технологія цукрового виробництва / за ред. Іваненка П. М. Київ : НУХТ, 2014. 450 с.

23. Харчові виробництва та обладнання / за ред. Кравченка О. І. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 380 с.

24. Довідник машинобудівника / за ред. Анур’єва В. І. Москва : Машинобудування, 2001.

25. Інженерний довідник / за ред. Баранова В. М. Київ : Техніка, 2009. 512 с.

26. Таблиці фізичних величин / за ред. Кикіна І. С. Київ : Наукова думка, 2010.

27. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2012. 320 с.

28. Гандзюк М. П. Основи охорони праці. Київ : Каравела, 2011. 384 с.

29. Безпека життєдіяльності / за ред. Запорожця О. І. Київ : Центр учбової літератури, 2013.

30. 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..

31. Каталоги обладнання для вапнякових печей. Київ : Техніка, 2018.

32. Паспорт обладнання Ш1-ПКО-90. Завод-виробник, 2015.

33. Довідник з пневмоприводів. Харків : ХПІ, 2012.

34. Довідник з матеріалознавства. Київ : Либідь, 2011.

35. Основи автоматизації виробництва. Київ : НУХТ, 2015.

36. Сучасні технології випалу вапняку. Київ : Наукова думка, 2019.

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

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

30. https://en.wikipedia.org/wiki/Lime_kiln

31. https://www.engineeringtoolbox.com