

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ПУНКТУ ПЕРВИННОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА З ВПРОВАДЖЕННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми
навчання освітнього ступеня «бакалавр»,
освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

_____ **Богдан ТУРАК**

Керівник: канд. техн. наук, доцент

_____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2026 р.

Гарант _____ освітньої програми
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» кандидат технічних
наук, доцент

_____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ПЕРВИННОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА	7
1.1 Огляд напрямів застосування зерноочисних машин та аналіз типових інженерних рішень	7
1.2 Характеристика технологічної установки та системи електроприводу, що забезпечує її роботу.....	9
1.3 Визначення вимог до електроприводу, систем автоматичного регулювання та комплексів автоматизації	12
1.4 Висновки за результатами першого розділу	13
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ І СИЛОВОЇ АПАРАТУРИ.....	14
2.1 Енергетичний аналіз параметрів технологічного обладнання	14
2.2 Обґрунтування вибору оптимальної потужності електродвигуна для забезпечення ефективної роботи	15
2.3 Вибір електродвигуна та силового устаткування	16
2.4 Розроблення силової схеми перетворювального пристрою та її технічне обґрунтування.....	19
2.5 Висновки за результатами другого розділу.....	22
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ.....	24
3.1 Розрахунок статичних і динамічних характеристик електроприводу для моделювання його роботи	26

3.2 Моделювання та аналіз динамічних характеристик автоматизованого електропривода зерноочисних машин	30
3.3 Висновки за результатами третього розділу	38
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ПЕРВИННОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА.....	39
4.1 Висновки за результатами четвертого розділу	43
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	44
5.1. Аналіз умов праці на пункті первинної очистки зерна	44
5.2. Технічні рішення з електробезпеки.....	44
5.3. Пожежна безпека та вибухозахист автоматизованого пункту	45
5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях	46
5.5. Розрахунок захисного заземлення	46
5.6 Висновки за результатами п'ятого розділу	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	49
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	

ВСТУП

Аграрний сектор є однією з ключових складових економіки України, а ефективність післязбиральної обробки зерна безпосередньо впливає на його якість, збереження та конкурентоспроможність на ринку. Одним із важливих етапів цієї обробки є первинна очистка зерна, яка забезпечує видалення домішок, зниження вологості та підготовку продукції до подальшого зберігання або переробки. Надійність і ефективність роботи пунктів первинної очистки значною мірою визначається станом їх електротехнічних систем.

У сучасних умовах значна частина обладнання таких пунктів є морально та фізично застарілою, що призводить до підвищених енерговитрат, зниження продуктивності, частих відмов і ускладнення обслуговування. Крім того, відсутність або недостатній рівень автоматизації технологічних процесів обмежує можливості оперативного контролю та управління, що негативно позначається на якості очищення зерна та безпеці експлуатації обладнання.

У зв'язку з цим актуальним є питання модернізації електротехнічних систем пунктів первинної очистки зерна з використанням сучасних технічних рішень, зокрема впровадження елементів автоматизації. Це дозволяє підвищити енергоефективність, надійність і продуктивність обладнання, а також забезпечити більш точне керування технологічними процесами.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка заходів з модернізації електротехнічних систем пункту первинної очистки зерна із впровадженням елементів автоматизації. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати існуючий стан електротехнічного обладнання; визначити основні недоліки та шляхи їх усунення; обґрунтувати вибір сучасних технічних засобів; розробити схеми автоматизації технологічного процесу; оцінити техніко-економічну ефективність запропонованих рішень.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У підсумковій частині кваліфікаційної роботи було реалізовано комплекс заходів, спрямованих на модернізацію та автоматизацію роботи барабанного сепаратора:

1. Виконано заміну нерегульованого електроприводу на асинхронний двигун із системою векторного керування, що забезпечило покращення техніко-економічних показників та підвищення якості кінцевої продукції.

2. На основі аналізу технологічного процесу виявлено недоліки конструкції сепаратора БЗО-М, які були усунені завдяки застосуванню сучасного електроприводу з векторним керуванням.

3. Розроблено схему підключення перетворювача частоти АВВ ACS355-03E-23A1-4, детально описано його роботу та обрано необхідну комутаційно-захисну апаратуру.

4. У середовищі Matlab/Simulink проведено моделювання роботи електроприводу при різних швидкісних режимах: номінальному, нульовому та 40% від номінальної швидкості. Встановлено, що динамічна похибка виникає лише під час прикладання або зняття навантаження і швидко компенсується.

5. Розроблено систему автоматизації процесу сепарування, виконано синтез та програмування логічного контролера ОВЕН ПЛК100-24, що забезпечує повністю автоматичний режим роботи.

6. Результати проєктування підтвердили відповідність розробленого електроприводу вихідним вимогам та завданню бакалаврської роботи, що свідчить про успішне виконання поставленої мети.

Така модернізація не лише підвищує ефективність роботи обладнання, а й створює основу для подальшого впровадження сучасних систем керування у зернозберігальних комплексах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок : [арх. 15 березня 2020] / Міненерговугілля України. — Київ : [б. в.], 2017. — 617 с.
2. ДСТУ 3569-97 Енергозбереження нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Основні положення (ГОСТ 30514-97). Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25862. — Назва з екрана.
3. Волох П.В., Цоколенко М.П., Ревенко Л.В., Грічаненко В.А. та ін. Довідникова книга з електроенергетики : Навчальний посібник – К.: Аграрна освіта, 2014. – 506 с.
4. ДНАОП 0.00-1-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – 117 с.
5. Електропривод: Підручник / Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, П.І. Савченко [та інш.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: «Ліра-К», 2009. – 504 с.
6. Електропривод: ч.1 / О.С. Марченко, Ю.М. Лавриненко, П.І. Савченко, Є.Л. Жулай; За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 2010. – 208 с.
7. Олійник В.С. Практикум з електропривода / В.С. Олійник, О.С. Марченко, Є.П. Жулай, Ю.М. Лавріненко. – К.: Урожай, 2003. – 190 с.
8. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. - 984с.
9. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепіков В.Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводами. Навч. посіб. за напрямом «Електромеханіка» / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепіков та ін. – К.: Либідь, 2005. – 680 с. Ч1.
10. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепіков В.Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. посіб. за напрямом

«Електромеханіка» / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін. – К.: Либідь, 2005. – 680 с. Ч2.

11. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

12. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / Р.В. Кушлик, В. Ф. Яковлев, Ю. М. Куценко, М. Л. Лисиченко, М. П. Кунденко, Ю. М. Федюшко, – Х: ТОВ «Планетапрінт», 2016. - 332 с.

13. Булгар В.В. Теорія електроприводу: збірник задач. / ОНПУ Одеса: Поліграф, 2006 – 408 с.

14. Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода.-К.: Кондор, 2005.-408с.

15. Б. Х Драганов, В. В. Іщенко, О. В. Шеліманова. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем. К.:Аграрна освіта. 2009.-230 с

16. Енергозбереження. Посібник для загальноосвітньої школи, Львів: Праховник А.В., Мельникова О.В., Конеченков А.Є., Іншеков Є.М., Дешко В.І. / Політра Друку, 2003, - 92 с.

17. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Режим доступу: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://kubg.edu.ua/images/stories/podii/2017/06_21_posylannia/dstu_8302.pdf. – Назва з екрана.

18. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки Структура і правила оформлення ДСТУ 3008-2015. Режим доступу: https://science.kname.edu.ua/images/dok/derzhstandart_3008_2015.pdf. – Назва з екрана.

19. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці:Підручник.-Л.:Афіша,2002.-320 с.

20. Електробезпека: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 295 с.

21. Основи безпечної експлуатації електроустановок: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 149 с.

22. Система дистанційного навчання Moodle 2.7. – «ЗВО «ПДУ»». Режим доступу: <http://pdatu.net.ua/>. – Назва з екрана.