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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОСУШАРКИ

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

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**

м. Кам'янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП 5
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ КОМПЛЕКСУ 7
1.1. Оцінка продуктивності обладнання 7
1.2. Обґрунтування вибору технологічного комплексу 7
1.3. Технологічна схема функціонування 8
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАНЯ 11
2.1. Вибір електродвигунів та їх перевірка на пускові режими 11
2.2. Розрахунок електроприводів і силових навантажень 12
2.3 Вибір апаратів керування та захисту 14
2.4. Монтаж силового та освітлювального обладнання 15
2.5. Експлуатація та технічне обслуговування електрообладнання 23
2.6. Система автоматичного керування комплексом 26
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ 28
3.1. Організація роботи лінії переробки зерна 31
РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ВНУТРІШНІХ СИЛОВИХ МЕРЕЖ 33
4.1. Вибір схеми живлення та принципова схема мережі 33
4.2. Розрахунок навантажень і вибір кабельно-провідникової продукції 34
4.3. Вибір апаратів захисту і керування 35
4.4. Проектування розподільчих і керуючих шаф 37
РОЗДІЛ 5. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ 39
5.1. Розрахунок внутрішнього освітлення виробничих приміщень 39
5.3. Розрахунок зовнішнього освітлення 42
5.4. Вибір апаратів захисту та освітлювальних щитків 43

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА 45
6.1. Організація системи охорони праці на підприємстві 45
6.2. Заходи з покращення умов праці при сушінні та переробці зерна 46
6.3. Електробезпека та захисні засоби 48
6.4. Пожежна безпека та грозозахист 50
6.5 Розрахунок системи заземлення 53
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ 54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 56
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

ВСТУП

Енергетика виступає фундаментальною складовою економічної системи країни, адже саме вона забезпечує життєдіяльність усіх виробничих і соціальних сфер. Масове впровадження електричної енергії в промисловість, транспорт, аграрний сектор та інші галузі стало ключовим чинником їхнього розвитку. Для сільського господарства електрифікація є не просто допоміжним елементом, а визначальною умовою стабільного зростання продуктивності. Сучасний етап характеризується переходом від часткових рішень до комплексної електрифікації, яка охоплює всі технологічні процеси та створює єдину інтегровану систему.

Комплексна електрифікація розглядається як найбільш раціональна та економічно виправдана форма організації виробництва. Вона поєднує сучасні машинні технології, автоматизовані електрифіковані агрегати, оптимальну організацію праці та ефективне управління виробничими процесами. У межах агропромислового комплексу вже функціонує значна кількість електрифікованих систем: від водопостачання та зрошення до високопродуктивних установок для сушіння й сортування зерна, потокових ліній комбікормових заводів, птахофабрик та підприємств з відгодівлі худоби. Також електроенергія активно використовується у виробництві та переробці аграрної продукції.

Актуальність проблеми підтверджується тим, що за останні роки парк електрообладнання в аграрному секторі суттєво зріс і став більш досконалим за енергетичними характеристиками. Сільське господарство щорічно споживає понад 10% усієї електроенергії країни, а за кількістю та потужністю обладнання займає провідні позиції серед інших галузей. Проте існує дисбаланс: рівень електрифікації аграрного виробництва все ще значно поступається промисловості. Електрооснащеність праці в сільському господарстві у шість разів нижча, ніж у промислових підприємствах, а побутове споживання електроенергії в селах майже утричі менше, ніж у містах.

Для подолання цих проблем необхідно модернізувати енергетичну базу села, впроваджувати нове електрообладнання, підвищувати надійність електропостачання та розширювати масштаби електромонтажного будівництва. Важливим завданням є також зміцнення кадрового потенціалу енергетичних служб у сільській місцевості.

Особливе значення має післязбиральна обробка зерна, яка включає очищення, сортування, сушіння та зберігання. Використання механізованих і автоматизованих зерноочисно-сушильних пунктів дозволяє суттєво знизити трудомісткість процесів, скоротити час обробки, зменшити втрати та підвищити якість зерна. Автоматизація технологічних операцій сприяє інтенсифікації виробництва, зниженню енергоємності та витрат на одиницю продукції. Ефективність таких систем прямо залежить від рівня автоматизації.

Сучасні технології дають змогу централізовано керувати зернопунктами з єдиного пульта, що забезпечує контроль усіх операцій. Для аграрного виробництва вже розроблені й постачаються комплекти обладнання типу ЗАВ. Загальною тенденцією є перехід від автоматизації окремих операцій до комплексної автоматизації, яка охоплює весь технологічний цикл.

Організація післязбиральної обробки зерна є стратегічним завданням для аграрного сектору. В Україні активно впроваджується потокова технологія обробки зерна та насіння, проте темпи її поширення поки що відстають від темпів виробництва. Це вимагає від спеціалістів глибокого розуміння сучасного стану технічного оснащення та активної роботи над комплексною механізацією.

Мета роботи полягає у створенні та обґрунтуванні системи електроустаткування елеватора з розробкою автоматизованої лінії завантаження зерносушильної установки.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Автоматизований електропривод виробничих процесів у сфері післязбиральної обробки зерна має вагомий економічний та технологічний ефект. Впровадження сучасних систем керування дозволяє оптимізувати роботу обладнання, що безпосередньо впливає на зниження енергоспоживання. Зокрема, завдяки автоматизованим рішенням витрати електроенергії скорочуються приблизно на 6%, що є суттєвим показником для підприємств аграрного сектору, де енергоємність процесів традиційно висока.

Запропонована технологічна схема зерноочисно сушильного комплексу забезпечує гнучкість та оперативність управління всіма етапами обробки зерна. Це означає, що оператори мають можливість швидко реагувати на зміни умов виробництва, регулювати параметри роботи обладнання та підтримувати стабільну якість продукції. При цьому зерно відповідає стандартам: вологість не перевищує 14%, а рівень засміченості залишається в межах 5%. Такий контроль гарантує відповідність продукції вимогам ринку та підвищує її конкурентоспроможність.

Обладнання, передбачене проектом, характеризується високою продуктивністю, економічністю та надійністю. Використання вітчизняних машин і електросилових установок дозволяє не лише зменшити витрати на закупівлю, але й забезпечити простоту обслуговування та ремонтів. Надійність агрегатів зросла на 20%, що свідчить про підвищення рівня безвідмовності та зменшення ризику простоїв у виробничому процесі. Це особливо важливо для підприємств, які працюють у сезонному режимі, коли кожна година роботи має значення.

Економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження автоматизації. Додаткові капіталовкладення становлять 50 тис. грн, а річний економічний ефект оцінюється у 12,169 тис. грн. Термін окупності інвестицій складає 2,8 року, що є прийнятним показником для аграрного виробництва. Проект демонструє економічну вигідність завдяки зменшенню експлуатаційних витрат та зростанню продуктивності обладнання.

Узагальнюючи, можна відзначити, що автоматизація зерноочисно сушильного комплексу забезпечує комплексний ефект:

– зниження енергоспоживання та витрат на експлуатацію;

– підвищення якості та стабільності кінцевої продукції;

– зростання надійності та довговічності обладнання;

– економічну ефективність інвестицій із швидким терміном окупності.

Реалізація проекту створює умови для більш ефективної роботи підприємства, підвищує його конкурентоспроможність на ринку та забезпечує стабільний розвиток у майбутньому.

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.

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. Клепіков 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 полонення та правила складання. Режим доступу: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/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.