

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

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СУШІННЯМ ЗЕРНА ЗА КРИ- ТЕРІЄМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми навчання
освітнього ступеня «Магістр», освітньо-про-
фесійної програми «Електроенергетика, елек-
тротехніка та електромеханіка» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

_____ **Роман ДЖУС**

Керівник: канд. техн. наук, доцент

_____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2023 р.

Керівник проектної групи
(гарант освітньої програми)

«Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент _____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

м. Кам'янець-Подільський, 2023р.

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему: «Автоматизована система управління сушіння зерна за критерієм енергоефективності» складається із вступу, семи розділів, переліку використаної літератури (104 сторінку машинописного тексту, 33 рисунка, 7 таблиць, 38 використаних джерел).

Актуальність. На даний час більшість підприємств використовує обладнання, яке застаріло. Відповідно, підвищити якість продукції та управління можливе за рахунок заміни даного обладнання на більш нове і сучасне. Тому найбільш доцільно використовувати автоматизовані системи управління, з використанням сучасних засобів автоматизації. Виходячи з вищевказаного, і враховуючи той факт, що на даний час не всі підприємства харчової промисловості використовують у своїй роботі сучасні засоби автоматизації, можна зробити висновок, що дана робота, метою якої є розробка АСУ ТП та підвищення енергоефективності сушарки з використанням системи автоматизації, є актуальною.

Метою роботи є використання автоматизації в сушильних установках, контроль швидкості переміщення зерна та розробка системи автоматичного управління при якому буде виключена можливість недосушіння зерна.

Об'єктом дослідження є зерносушильний комплекс.

Предметом дослідження є енергоефективність використання теплоносія, система контролю швидкості та температури зерносушарки.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні наукові завдання: визначити шляхи підвищення енергоефективності сушіння зерна з використанням автоматизації; визначити переваги та недоліки сушіння з використанням автоматизації; розробити математичну модель для встановлення швидкості переміщення зерна; розробити спосіб автоматичного управління та модель для наступних каналів: вологість зерна та температура агенту сушіння.

Наукова новизна магістерської роботи полягає в використанні теплового насоса в сушильних установках для енергоефективності та запровадження контролю швидкості переміщення зерна

Практична цінність полягає у використанні системи автоматизації, як критерія енергоефективності.

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	4
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА	10
1.1 Аналіз способів сушки та знезараження зерна	10
1.1.1 Використанням обладнання для сушки зерна	11
1.1.2 Сушка зерна активною вентиляцією	13
1.1.3 Сушіння зерна з використанням електромагнітних полів.....	15
1.1.4 Основні методи знищення патогенної мікрофлори	17
1.2 Огляд існуючих сушарок	18
1.3 Принципи сушіння зерна	25
1.4 Типи зерносушарок і технології сушки.....	29
1.4.1 Сушіння зерна в шахтних зерносушарках.	29
1.4.2 Технологія сушіння зерна в барабанних зерносушарках.	32
1.4.3. Технологія сушіння зерна в рециркуляційних зерносушарках.	33
1.4.4 Режими сушіння зерна.	34
Висновки	35
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОСУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ	37
2.1 Аналіз існуючих засобів автоматизації процесу зерносушіння	37
2.2 Розробка функціонально-технологічної схеми зерносушарки СЗШ-16	38
$P_{\text{во}}$	39
2.3 Розробка схеми автоматичного контролю максимальної температури нагріву зерна	43

2.4 Розробка схеми регулювання вологості зерна.....	44
2.5 Вибір технічних засобів автоматизації.....	46
2.5.1 Вибір шафи керування	46
2.5.2 Вибір силової розподільної шафи.....	46
2.5.3 Вибір апаратури керування і засобів захисту	47
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ АГЕНТА СУШКИ ЗЕРНОСУШАРКИ СЗШ-16	48
3.1 Дослідження об'єкту автоматизації по каналу температури та визначення передаточної функції об'єкту регулювання.....	48
3.2 Вибір алгоритму управління та обґрунтування технічних засобів	52
3.3 Вибір технічних засобів, що входять в систему керування	56
3.4 Розрахунок надійності САР температури агента сушки	58
Висновки	59
РОЗДІЛ 4 ВИБІР ДАВАЧІВ	65
4.1 Вибір давачів температури.....	65
4.2 Вибір давача вологості сировини.....	67
4.4 Вибір давача положення	70
4.5 Давач температури вальців	71
4.6 Ємнісний давач	71
4.7 Вибір електричної заслінки для відпрацьованого повітря	74
4.8 Вибір пристрою плавного пуску для транспортного обладнання.	75
4.9. Вибір пристрою плавного пуску для вентиляторів.....	76
4.10 Вибір засобів для автоматизації вивантажувального механізму.....	77
4.11. Вибір засобів пожежної безпеки	79

РОЗДІЛ 5 ВИБІР ПРОГРАМНО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА PLC, ТА ДОДАТКОВИХ МОДУЛІВ ВЕДЕННЯ ВИВЕДЕННЯ, ТА ІНТЕРФЕЙСНИХ МОДУЛІВ.....	81
5.1 Модуль дискретний модуль ведення-виведення SM1221	84
5.2 Аналоговий модуль SM 1231	86
5.3.Модуль зв'язку CM1241.....	87
5.4 Вибір Interface зв'язку	87
5.5 Вибір топології.....	89
РОЗДІЛ 6 ПОБУДОВА SCADA СИСТЕМИ ОБ'ЄКТА ШАХТНОЇ СУШАРКИ	90
РОЗДІЛ 7 СТАРТАП	92
7.1 Техніко-економічне обґрунтування	92
7.1.1 Визначення капітальних вкладень	92
7.1.2 Річні експлуатаційні витрати сушки.....	93
7.2 Визначення ціни.....	96
7.2.1 Визначення балансового прибутку	96
7.3 Експлуатаційні витрати на сушку з урахуванням автоматизації.....	97
7.3.1 Визначення вартості 1 м3 висушеного зерна і балансового прибутку з урахуванням автоматизації процесу сушіння	97
7.3.3 Термін окупності капіталовкладень в проектному варіанті і коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень	98
7.3.4 Порівняльний економічний ефект і середньорічний економічний ефект ...	98
Висновки	100
ВИСНОВКИ	101
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	102

ВСТУП

Головна задача сьогоднішнього дня полягає у підвищенні темпів та ефективності розвитку економіки на базі прискорення науково-технічного прогресу, технічного прискорення та реконструкції виробництва, інтенсивного і використання створеного виробничого потенціалу.

Зараз велика увага приділяється подальшому розвитку автоматизації як дуже важливого фактору прискорення науково-технічного прогресу. Комплексна автоматизація в усіх галузях виробничої та невиробничої сфер дозволить зробити великий крок в автоматизації виробництва з переходом до цехів та підприємств-автоматів, систем автоматизованого та автоматичного управління.

У сільському господарстві намічається широке впровадження надійних засобів механізації, електрифікації та автоматизації виробництва.

Зараз гостро стоїть питання підвищення ефективності виробництва і зниження витрат, економії всіх видів ресурсів. Це особливо відноситься до енергомісткого зерносушильного обладнання.

Питання про спосіб оптимального режиму і конструкції сушарки, а також інтенсифікації процесу сушіння безпосередньо пов'язані з якістю автоматизації самого процесу. Оптимальним прийнято вважати режим або процес, що забезпечує не тільки якість матеріалу, але і мінімальні трудові, матеріальні та енергетичні ресурси.

При розробці нової системи автоматизації, а також при удосконаленні існуючих, зниження енергетичних витрат на сушку і, перш за все, на паливо - пріоритетна задача. Інтенсивність сушіння і питомі енергетичні витрати повністю визначають техніко-економічні показники процесу сушіння і його витрати.

Будь-яка автоматизація сушарки може бути визнана досить ефективною, якщо досягнуто скорочення енергетичних витрат і вплив людського фактора.

Незважаючи на велику кількість запропонованих способів автоматизації, актуальність проблеми не знижується. Одна з причин - використання застарілих методів керування системами сушіння.

Ця магістерська дисертація присвячена вирішенню завдань енергозбереження

при сушінні зерна, що базуються на принципово нових методах автоматизації за допомогою теплового насосу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні наукові завдання:

- Визначити шляхи підвищення енергоефективності сушіння зерна з використанням теплового насосу;
- Визначити переваги та недоліки сушіння з використанням теплового насосу;
- Розробити математичну модель для встановлення швидкості переміщення зерна;
- Розробити спосіб автоматичного управління та модель для наступних каналів: вологість зерна та температура агенту сушіння.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи можна зробити наступні висновки. САР ПДТ забезпечує допустиму якість регулювання, однак, з графіків видно, що при використанні такої САУ дуже часто порушуються граничні допустимі (максимальні) значення вологості зерна.

При використанні СГУ граничні допустимі значення вологості зерна порушуються набагато рідше, однак, при цьому погіршується загальний критерій ефективності використання САУ за рахунок збільшення інтегрального показника якості САР. Чим вище задана ймовірність безаварійної роботи САР, тим далі (нижче) від гранично допустимої межі знаходиться регульована змінна. Для зерносушарки, виходячи з економічних міркувань, дане питання є компромісним, оскільки:

Отримана математична модель дозволяє оператору встановлювати швидкість переміщення зерна у сушарці при заданих для даного типу і виду зерна та при відомих T_a , T_z і ω_n (початкова вологість зерна).

Підвищення автоматизації виробничих процесів по сушці зерна, дозволяє підвищити якість відпускнуго висушеного зерна, підвищити рентабельність виробництва на 2,8% і збільшити обсяг продукції, що випускається на 450 м³ на рік, знизити собівартість сушіння на 89 грн. за 1 м³, зменшити витрати на електроенергію на 122 тис. грн., не підвищуючи ціну на реалізований матеріал. При цьому середньорічний економічний ефект складе більше 400 тис. грн., Комерційний ефект - 883 тис. Грн. Термін окупності проекту складе 2,8 року. Проект доцільний до впровадження.