

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИПІКАННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ»

Виконав:

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

ЗАВАЛЬСЬКИЙ Максим Віталійович

Керівник канд. техн. наук, доцент

ДУМАНСЬКИЙ Олександр Васильович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

« ____ » _____ 2024 р.

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2024 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
канд. техн. наук, доцент

Павло ПОТАПСЬКИЙ

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	10
Розділ 1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ.....	11
1.1 Опис технологічного процесу.....	11
1.2 Конструкція хлібопекарської печі тунельного типу.....	13
Висновки до розділу 1.....	18
Розділ 2 ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ.....	19
2.1 Функціональні задачі	19
2.2 Розробка схеми інформаційно-матеріальних потоків	20
2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації.....	21
2.3.1 Контур подачі газу/повітря до газового пальника.....	21
2.3.2 Контур регулювання роботи конвеєра.....	23
2.3.3 Контур регулювання вологості в першій зоні пекарної камери.....	24
2.3.4 Контур регулювання роботи витяжної системи	25
2.3.5 Контур регулювання роботи системи обігріву	26
2.4 Таблиця вх/вих сигналів	27
Висновки до розділу 2.....	28
Розділ 3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	29
3.1 Вибір типу електроприводу.....	30
3.1.1 Умови роботи, режими і навантаження конвеєрних установок.....	30
3.1.2 Вимоги до електроприводів і систем управління конвеєрними установками	32
3.1.3 Розташування електроприводів на конвеєрних лініях	33
3.1.4 Особливості вибору електроприводу для конвеєра.....	34
3.1.5 Порівняльний аналіз електроприводів.....	37
3.1.6 Системи електроприводів стрічкових конвеєрів	40
3.1.7 Обґрунтування вибору	42
3.2 Особливості режиму роботи електроприводу конвеєра.....	44
3.3 Математична модель електроприводу стрічкового конвеєра.....	47

	4
3.4 Дослідження комплексної моделі конвеєра	55
3.5 Дослідження конвеєрної установки під час пуску	59
Висновки до розділу 3.....	62
Розділ 4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ДАВАЧІВ ТА ВИКОНУЮЧИХ	
МЕХАНІЗМІВ	64
4.1 Структура системи управління	64
4.2 Вибір давачів.....	65
4.3 Вибір виконуючих механізмів	81
4.4 Вибір способу управління двигуном конвеєра	82
4.5 Вибір комплексного перетворювача	83
4.6 Вибір засобів автоматизації	86
Висновки до розділу 4.....	92
ВИСНОВКИ.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95
ДОДАТКИ.....	98

АНОТАЦІЇ

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню системи керування процесом випікання хлібобулочних виробів. В ході виконання кваліфікаційної роботи магістра були проаналізовані існуючі системи автоматизації. Були розроблені: схема інформаційно-матеріальних потоків, функціональна схема автоматизації, таблиця вхідних-вихідних сигналів, розроблено математичну модель електроприводу стрічкового конвеєра, промодельовано роботу конвеєрної установки під час нормальної роботи та під час пуску, розроблено алгоритм керування, й обрано давачі та виконуючі механізми.

ABSTRACT

The work is devoted to the research of the system of control of the process of baking bakery products. During the implementation of the Master's qualification work, existing automation systems were analyzed. The scheme of information and material flows, the functional scheme of automation, the table of input-output signals, the mathematical model of the electric drive of the belt conveyor was developed, the operation of the conveyor installation during the normal operation and during start-up was modeled, the control algorithm was developed, and the sensors and actuators were selected. The obtained results can be used to create similar systems, or to modernize existing ones, which is especially relevant in the present situation of the food industry.

РЕФЕРАТ

ЗАВАЛЬСЬКИЙ Максим Віталійович. Дослідження автоматизованої системи керування процесом випікання хлібобулочних виробів. 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Факультет енергетики та інформаційних технологій. Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024.

Робота присвячена дослідженню системи керування процесом випікання хлібобулочних виробів. В ході виконання кваліфікаційної роботи магістра були проаналізовані існуючі системи автоматизації. Були розроблені: схема інформаційно-матеріальних потоків, функціональна схема автоматизації, таблиця вхідних-вихідних сигналів, розроблено математичну модель електроприводу стрічкового конвеєра, промодельовано роботу конвеєрної установки під час нормальної роботи та під час пуску, розроблено алгоритм керування, й обрано давачі та виконуючі механізми.

Отримані результати можуть бути використані для створення аналогічних систем, або модернізації існуючих, що особливо актуально в нинішній ситуації харчової промисловості.

Ключові слова: дослідження, моделювання, математична модель, виконавчі механізми, алгоритмічне забезпечення, функціональна схема, система керування, операторська панель, програмований логічний контролер.

ВСТУП

Автоматизація виробництва - одне з головних напрямків технічного прогресу. Автоматизація зумовлює виконання тих чи інших процесів без безпосередньої участі людини. Автоматизованим може бути дуже простий процес, як наприклад, автоматичне підтримання температури в приміщенні, так і дуже складний, коли, наприклад, відбувається автоматичне управління літаком, автомобілем.

Розвиток автоматизації виробництва є закономірним продовженням механізації виробничих процесів. Автоматизація дозволяє значно збільшити продуктивність обладнання, покращити якість виготовленої продукції, знизити собівартість та відсоток браку. Також завдяки автоматизації поліпшується та підвищується безпека та санітарний стан роботи.

Основною особливістю автоматизації є її вплив на технології й виробниче обладнання. Наразі, створення нового обладнання виконується комплексно. Технологічні процеси та обладнання проектується з максимальною автоматизацією, що дозволяє підвищити економічність та надійність устаткування.

Технічний прогрес в народному господарстві тісно пов'язаний з автоматизацією. Автоматичне управління широко застосовується і в хлібопекарському виробництві. Сучасні хлібопекарські печі - це повністю автоматизовані установки, де оператор лише задає на початкові параметри і стежить за справністю апаратури, а всі операції виконуються засобами автоматичної системи управління. АСУ хлібопекарськими печами виконують безперервний моніторинг та регулювання параметрів печі, таких як температура пекарної камери, тяга в топці, а також швидкість руху стрічкового конвеєра крізь піч, що забезпечує високу якість виготовленої продукції. Важливу роль відіграє також висока безпека експлуатації печі, особливо це стосується печей, що працюють на газу, адже в більшості нещасних випадків на виробництві головну роль відіграє людський фактор.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи магістра було проаналізовано та вирішено, що існуючі системи не здатні в повній мірі задовольнити вимогам. У зв'язку з цим були сформовані функціональні задачі та розроблено:

- схему інформаційно-матеріальних потоків
- функціональну схему автоматизації системи керування процесом випікання хлібобулочних виробів, яка складається з наступних контурів:

1. контур подачі газу/повітря до газового пальника;
2. контур регулювання роботи конвеєра;
3. контур регулювання вологості в першій зоні пекарної камери;
4. контур регулювання роботи витяжної системи;
5. контур регулювання роботи системи обігріву.

На підставі функціональної схеми автоматизації було створено таблицю вхідних-вихідних сигналів.

Проаналізувавши функціональну схему автоматизації було вирішено дослідити роботу конвеєрної установки. В ході дослідження було:

- обрано тип електроприводу;
- проаналізовано умови роботи, режими і навантаження конвеєрних установок;
- проаналізовано особливості режиму роботи електроприводу конвеєра;
- розроблено математичну модель електроприводу стрічкового конвеєра;
- промодельовано роботу конвеєрної установки під час нормальної роботи та під час пуску.

На підставі функціональної схеми автоматизації та проведених досліджень було розроблено алгоритм керування, та проаналізовано й обрано датчики та виконуючі механізми.

Отримані результати можуть бути використані для створення аналогічних систем, або модернізації існуючих, що особливо актуально в нинішній ситуації харчової промисловості.

Засвідчую, що у цій кваліфікаційній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., В.О. Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування К.: Аграрна освіта, 2010. 410 с.
3. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
4. Схемотехніка електронних систем: у 3 кн. Кн.3. Мікропроцесори і мікро-контролери. Підручник. / В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я.Жуйков та ін.– 2-е вид.– К.: Вища школа, 2014.– 399с.
5. Основи автоматики та автоматизації : навч. посіб. / Є. П. Пістун, І. Д. Стасюк; Нац.ун-т "Львів. політехніка". - Львів, 2014. - 333 с. - Бібліогр.: с. 303-304.
6. Ельперін І. В. Автоматизація виробничих процесів : підр. / І. В. Ельперін, О. М.Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. – К. : Вид-во Ліра-К, 2015. – 378 с.
7. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: „Логос», 2002. – 365 с.
8. Групові технічні умови ТУУ 46.22.60-95 „Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна». – Київ: Мінсільгосппрод України, 1995.
9. Циганова.Т.Б. Технологія та організація виробництва хлібобулочних виробів. - М.:Академія, 2006. - 448 с.
10. ДСТУ 4583:2006 «Хліб із житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови».
11. Kozhubaev Y.N. Fuzzy control system for belt conveyor / Y.N. Kozhubaev, I.M. Semenov // Results of Joint Research Activity of Scientists from

Saint-Petersburg State Polytechnical University and Leibniz University of Hannover
 Proceeding of Symposium on. Automated Systems and Technologies. –
 Hannover.: Leibniz University of Hannover – 2014. P. 111-114.

12. Lihua Shao, Typical Failure Analysis and Processing of Belt Conveyor
 / Shao Lihua // Volume 26 – 2011. P. 942-946.

13. Nechay O.M. Research of starting and braking modes of asynchronous
 electric pumps. Electrical and Computer Systems – 2014. no. 15 (91), P. 169-172.

14. Shirong, Z. Optimal control of operation efficiency of belt conveyor
 systems / Z. Shirong // Applied Energy – 2010 – June 2014. P. 929-937.

15. Vasilyev D.S. Study of electromechanical processes in direct start-up
 and braking of asynchronous motors with the variables and comparing them with soft
 start and braking. Bulletin of the Kremenchug National University. – 2010. no. 4
 (60).CH.1. P. 43-49.

16. Хачатрян С.А., Деревяшкин И.В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
 ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ МНОГОПРИВОДНОГО ЛЕНТОЧНОГО
 КОНВЕЙЕРА // Международный журнал прикладных и фундаментальных
 исследований. – 2017. – № 7-1. – С. 37-41;

17. Biscuit continuous tunnel furnace baking system to humidity effective
 control: pat. CN206380544U : IPC CN 201621346190 USA. 2016.

18. Christopher N. Wiggins Roger H. Wood. Tunnel ovens: pat.
 US4569658A : IPC US06647725 USA. 1984.

19. Temperature control system for a tunnel oven: pat. JPH0822201B2 :
 IPC JP30182892A; JPH06121634A USA. 1992.

20. Philip J. Domenicucci Jean-Sebastien Labrie Alain Lemieux. Oven
 chain measurements system. 2013.

21. Viren, E. A. A Comparison of Drive Starting Mechanisms for
 Aggregate Belt Conveyors / E.A. Viren // SME Cincinnati. - Ohio, USA – 2013. 10
 p

22. Masaharu Ogawa. Tunnel oven for making confectionery and bread:
 pat. JPH05168392A USA. 1991.

23. Douglas S. Jones Paul R Molloy William J. Day J. Conveyorized oven

with moisture laden air impingement and method: pat. US7258881B2 : IPC A21B1/48; A21B1/245; A21B3/04; A23L3/18; A23L3/185; A23L3/365; A23L5/17 USA. 2002.

24. Сергей Павлович Грачев, Николай Александрович Леонтьев, Андрей Львович Флакман, Александр Георгиевич Шемпелев, Дмитрий Михайлович Суворов. System heating bakingovens: pat. RU82408U1 USA. 2009.

25. Fabre Henri. Bakery tunnel oven partic. for rapid baked girdle cakes - uses indirect heat exchangers to obviate carcinogenic soot contaminating prod.: pat. FR2398459A1 : IPC A; A21; A21B; A21B1/00 ; A21B1/42 ; A21B1/48 USA. 1977.