

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
**РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ДОЗАТОРІВ
СИПУЧИХ РЕЧОВИН**

Виконав:

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

_____ **Аркадій ГОРОХОЛІНСЬКИЙ**

Керівник: канд. техн. наук, доцент

_____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024 р.

Гарант освітньої програми

«Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

спеціальності 141 «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент _____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

м. Кам'янець-Подільський, 2024р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 95 сторінок, 63 ілюстрації, 32 таблиці, 6 додатків.

Метою даної роботи було розробка та дослідження автоматизованої системи керування дозуючої установки. Під час виконання роботи було розраховано: двигун, перетворювач частоти та ряд апаратури до системи: персональний комп'ютер, мікропроцесорний контролер, датчики маси, датчики швидкості, контактори, енкодер. Було використано 3 види керування: скалярне, векторне на прогноуюче. До векторного керування була побудована імітаційна модель та проведено ряд досліджень. Спроектowana система може використовуватись на виробництвах з метою підвищення точності дозування та покращення продуктивності.

Графічна частина включає в себе схему технологічного процесу, схему електричну принципову силової частини електроприводу, схему електричну принципову пристрою керування, креслення пульта керування, плакат з моделлю, плакат з результатами моделювання.

ДОЗАТОР, ШНЕК, ЖИВИЛЬНИК, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, ВЕКТОРНЕ КЕРУВАННЯ, МЕХАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, КОНТРОЛЕР

ABSTRACT

The explanatory note contains 95 pages, 49 illustrations, 30 tables, 3 appendices.

The purpose of this dissertation was the development and research of the automated control system of the dosing plant. During the execution of the work, the following were calculated: an engine, a frequency converter and a number of equipment for the system: a personal computer, a microprocessor controller, mass sensors, speed sensors, contactors, an encoder. 3 types of control were used: scalar, vector and predictive. A simulation model was built for vector control and a number of studies were conducted. The designed system can be used in factories to increase the accuracy of dosing and improve productivity.

The graphic part includes a diagram of the technological process, an electrical schematic diagram of the power part of the electric drive, an electrical schematic diagram of the control device, a drawing of the control panel, a poster with a model, a poster with simulation results.

DOSER, SCREW, FEEDER, ASYNCHRONOUS MOTOR, VECTOR CONTROL, MECHANICAL CHARACTERISTICS, CONTROLLER

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	9
2 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДОЗАТОРА	14
2.1 Опис технологічного процесу та обладнання	14
2.2 Аналіз та класифікація технологічних змінних, керуючих взаємодій, точок виміру, контролю та керування	15
2.3 Складання переліку вимірюваних технологічних змінних та керуючих впливів, а також середовища та умов роботи вимірювальних та регулюючих пристроїв	18
2.4 Основні вимоги до технологічного процесу, зв'язок між змінними. Цілі керування і критерії якості	20
2.5 Розробка комплексу технологічних засобів АСУ ТП	21
2.5.1 Ієрархія рівнів АСУ	21
2.5.2 Функціональна структура системи	23
2.6 Вибір апаратури	24
2.7 Обмін інформації між рівнями системи	26
2.8 Розробка загальних алгоритмів функціонування АСУ технологічним процесом	27
3 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	28
3.1 Розробка та моделювання електроприводу зі скалярним керуванням	28
3.1.1 Визначення параметрів Т – образної схеми заміщення АД	29
Рисунок 3.1 – Схема заміщення асинхронного двигуна	29
3.1.2 Динамічні характеристики скалярного асинхронного електропривода з автономним інвертором напруги	35
3.1.3 Підвищення критичного моменту асинхронного електроприводу	37
3.1.4 Синтез регулятора ваги на основі модульного оптимуму	41
3.2 Розробка та моделювання асинхронних електроприводів з векторним керуванням	42
3.2.1 Визначення параметрів електропривода	42
3.2.2 Вибір перетворювача частоти	43
3.2.3 Параметри елементів силового каналу електропривода	43
3.2.4 Параметри механічної системи електропривода	43
3.2.5 Перевірка вибору асинхронного електроприводу шнекового дозатора по моменту	44
3.2.6 Розрахункові параметри моделі двигуна	45
3.2.7 Природні характеристики електродвигуна	45
3.2.8 Завдання моменту	47
3.2.9 Розрахунок параметрів елементів силового каналу	49

ВСТУП

Розробка і дослідження автоматизованої системи керування дозуючою установкою, що продемонструє високі показники продуктивності та точності, є актуальною темою сьогодення.

Метою даної роботи було поставлене завдання підвищення продуктивності та точності технологічного процесу дозування сипких речовин, за рахунок розробки дієвого алгоритму керування асинхронним електроприводом шнекового живильника та стрічкового конвеєра.

Об'єктом дослідження став технологічний процес дозування сипучих речовин та спосіб його керування.

Предметом дослідження стала побудова алгоритму керування електроприводом шнекового живильника.

Новиною даної роботи стала розробка двоступінчастого технологічного процесу дозування сипучих речовин та розробка системи керування електроприводом шнека зі скалярним, векторним та передиктивним керуванням.

Реалізуючи даний проект ми отримаємо дозуючу установку, що дозволить нам підвищити продуктивність виробництва без втрат у точності.

В ході виконання роботи детально розібрано технологічний процес порційного дозування сипких матеріалів. Введено конструктивні зміни в дозувальну установку та опрацьовано методи керування приводом шнекового живильника. Прораховано алгоритми керування електроприводом шнекового живильника та конвеєра. Складено імітаційні моделі для скалярного та векторного управління приводами, знято експериментальні дослідження.

ВИСНОВКИ

Дозування – це технологічний процес, що щільно пов’язаний з багатьма сферами виробництва, такими як хімічна, харчова, фармацевтична та інші. Основними показниками якості технологічного процесу дозування є його продуктивність та точність.

Основною проблемою технологічного процесу дозування є те, що при підвищенні його продуктивності знижується точність, а при підвищенні точності знижується його продуктивність. В даній магістерській роботі мною було розроблено та розглянуто спосіб урівноважити ці два основних показники якості процесу.

Рішеннями, що були прийняті для підвищення продуктивності без втрат у точності процесу були:

- зміна конструкції дозуючої установки;
- застосування розробленого алгоритму управління, що забезпечує плавність та точність дозування.

Конструкція була змінена наступним чином: доданий другий бункер-дозатор зі шнековим живильником. Для забезпечення синхронної роботи двох бункерів дозаторів було розроблено алгоритм управління. Робота алгоритму закладалася у його розділені на два етапи. Під час виконання першого етапу ваговий стакан, що знаходиться під першим бункером заповнюється на 90% від заданої маси, після чого починався другий етап. На другому етапі ваговий стакан переїжджає на платформу під другим бункером, де досипається решта порції, тобто різниця між заданою масою та масою, що вже наявна у ваговому стакані. Паралельно із другим етапом виконується перший, але вже для наступної порції. Таким чином, розроблено систему дозування з необхідними показниками точності за мінімального зниження продуктивності.

Для керування електроприводом шнекового живильника були розраховані скалярна та векторна системи управління. Векторна система виконує свою роль краще, оскільки дозволяє контролювати не тільки частоту напруги, а й фазу.

Векторне управління має більш високу продуктивність порівняно зі скалярним управлінням та рядом переваг такими як: підвищений діапазон керування, плавність роботи двигуна на старті та у всьому діапазоні частот, швидка реакція при зміні навантаження. До недоліків такої системи можна віднести високу складність структури управління.

Були побудовані імітаційні моделі, що дозволили провести дослідження робо системи ПЧ-АД електропривода шнекового живильника та стрічкового конвеєра.

У цій роботі було розглянуто можливість застосування системи прогнозного керування електроприводом шнекового живильника. Цей метод знаходить дедалі більше застосування у промислових системах управління завдяки своїм перевагам. Одним із них є мінімум параметрів, які потребують налаштування. Для успішного застосування прогнозного управління було запропоновано модель об'єкта, що має необхідну точність.

За допомогою моделі об'єкта управління з'являється можливість передбачати поведінку системи в майбутньому, відповідно до виду впливу, що управляє. У результаті було складено структура системи прогнозного управління дозуючої установки. Було визначено вхідні та вихідні координати, з урахуванням яких відбувається функціонування системи. Складено функціональну схему автоматизованої системи управління технологічним процесом дозування.

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

Здобувач вищої освіти _____ АРКАДІЙ ГОРОХОЛІНСЬКИЙ