


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ВГТУ)

658.52.011.56

УДК 625.5

№ ГР 19991621

Инв. №


УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
С. М. Литовский
" " " 1999 г.

О Т Ч Е Т
по научно-исследовательской работе

"Исследование позиционной системы управления следящим шаговым приводом и разработка алгоритмов обработки измерительной информации"

(заключительный)
г/б № 257

Руководитель НИР
Начальник НИС



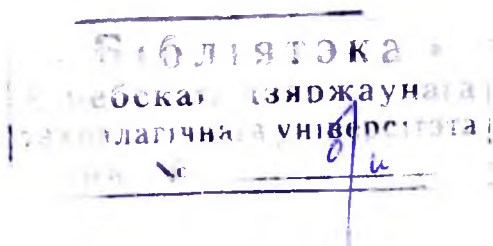
М. И. Павленков
С. А. Беликов

Витебск 1999



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР, н.с.	<i>Павленков</i>	М. И. Павленков
Лаборант 1-ой категории	<i>Красицкая</i>	Е. А. Красицкая
Лаборант 1-ой категории	<i>Хабаров</i>	Р. С. Хабаров



РЕФЕРАТ

Отчет с., рис., табл., источника., прил.

СИСТЕМА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ, ШАГОВЫЙ ПРИВОД, АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ИМПУЛЬСНЫЕ ДАТЧИКИ УГЛОВОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ.

Объектом разработки и исследования являются аппаратно-программные средства для управления двухкоординатным механизмом позиционирования на базе шаговых двигателей в технологическом оборудовании легкой промышленности.

Целью настоящей работы является разработка оптимальной по быстродействию и динамическим характеристикам следящей по положению системы управления координатным механизмом на базе шаговых двигателей, а также программно-аппаратных способов ее реализации. В соответствии с указанной целью поставлены и решены следующие задачи:

- разработана оптимальная структура шагового привода с обратной связью по положению и методы обработки информации с импульсных датчиков углового перемещения ротора шагового двигателя в микроконтроллерной реализации;

- разработан и изготовлен микроконтроллерный стенд для отладки и исследования следящей по положению системы управления координатным механизмом на базе шаговых двигателей;

- исследованы способы коммутации обмоток шагового двигателя в замкнутой по положению системе позиционирования при различных динамических нагрузках привода;

- получены переходные характеристики позиционной системы управления шаговым приводом швейного полуавтомата.

Исследование динамических характеристик механизма позиционирования для замкнутого контура управления по положению позволяет реализовать алгоритмы программного управления шаговым следящим приводом, обеспечивающие максимальную производительность проектируемой системы позиционирования.

Разработанная система управления координатным механизмом на базе шаговых двигателей и программно-аппаратные способы ее реализации обеспечивают ее универсальное использование в составе различного технологического оборудования легкой промышленности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
ГЛАВА 1. ОБЗОР СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННО- СТИ.....	10
1.1. Особенности технологического процесса швейного производства.....	11
1.2. Технические средства, используемые при проектировании разомкнутых и замкнутых систем позиционирования.....	12
1.2.1. Конфигурация системы управления без обратной связи и режимы возбуждения шагового двигателя.....	16
1.2.2. Классификация систем управления с обратной связью. Угол коммутации и статический момент.....	20
1.3. Программно-аппаратные средства для позиционных систем управления приводами.....	25
1.3.1. Специализированные БИС в позиционных системах управления.....	26
1.3.2. Микроконтроллерная реализация алгоритмов управления в следящих системах реального времени.....	29
1.4. Методы синтеза позиционных систем управления разомкнутым шаговым приводом.....	32
Выводы.....	47
ГЛАВА 2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЛЕДЯ- ЩИМ ШАГОВЫМ ПРИВОДОМ.....	48
2.1. Структура и принцип работы автоматизированного стенда.....	48
2.2. Модуль регистрации переходной характеристики.....	52
2.3. Получение экспериментальных данных с помощью датчика угловых перемещений.....	53
2.4. Постановка задачи исследования и методика решения поставленной задачи.....	57
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШАГОВОГО ПРИВОДА.....	59
ГЛАВА 4. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШАГОВОГО ПРИВОДА.....	63
4.1. Идентификация моделей технологических процессов.....	63
4.1.1. Методы идентификации статических моделей.....	63
4.1.2. Методы идентификации динамических моделей.....	66
4.1.3. Метод наименьших квадратов.....	67

4.2. Обработка файла данных.....	69
4.3. Аппроксимация данных кубическим сплайном.....	73
4.4. Определение параметров динамической модели шагового привода методом наименьших квадратов.....	84
Глава 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШАГОВОГО ПРИВОДА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	92
5.1. Моделирование работы шагового привода при постоянной частоте управления.....	92
5.2. Моделирование оптимального режима работы шагового привода.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	104
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	105
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	108

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности производства и подъем экономики Республики Беларусь неразрывно связан с внедрением в серийное производство нового высокопроизводительного технологического оборудования, использование которого позволяет поднять конкурентоспособность и качество производимых на нем товаров. По-прежнему, в промышленности велика доля действующего неавтоматизированного технологического оборудования, требующего разработки и производства унифицированных программно-аппаратных средств его автоматизации. Большинство технологических процессов в различных отраслях промышленности, в том числе и легкой, связано с материалообработкой, включающей в себя относительные взаимные координатные перемещения обрабатываемого инструмента и обрабатываемого материала.

При разработке систем позиционирования ставится попутная задача их интеграции в состав АСУТП верхнего уровня на основе общих принципов построения распределенных систем, стандартов в области автоматизации технологических процессов и программно-аппаратной совместимости между компонентами проектируемой системы. При этом АСУТП и ее компоненты должны удовлетворять общим принципам построения распределенных систем управления: системности, гибкости, устойчивости и эффективности [1].

Оптимальное распределение функций и нагрузки между отдельными устройствами системы управления, ядром которой является ПК (верхний уровень) и микроконтроллерные подсистемы (нижний уровень) для непосредственной реализации алгоритмов управления позиционными приводами исполнительных механизмов материалообработки, позволяет поднять гибкость проектируемой системы управления и сделать ее менее зависимой от динамических характеристик механизма позиционирования [2]. При этом появляется возможность еще в процессе разработки системы управления позиционным приводом определить требуемый закон программного управления с целью достижения оптимального быстродействия системы.

Обзор и систематизация патентной и научно-технической литературы показывают, что уделяется большое внимание разработке и исследованию средств автоматизации различных технологических операций. Вместе с тем, до сих пор не получили должного развития вопросы выбора и унификации программно-аппаратных средств контроля и управления в зависимости от иерархии контуров управления технологическим оборудованием.

Указанные задачи требуют реализации оптимальных по быстродействию алгоритмов управления приводами программного перемещения инструмента, либо обрабатываемого материала. При этом независимо от вида управления (контурное или позиционное), задачи разработки и исследования

аппаратно-программных средств для управления технологическим оборудованием требуют решения комплекса технологических, технических и организационных задач.

В настоящее время в технологическом оборудовании материалообработки для управления исполнительными механизмами широко применяется комплекс современных технических средств, включающий различные системы управления шаговыми приводами.

Шаговый электропривод широко применяется в современных автоматизированных системах как элемент, наиболее удачно сочетающийся с ЭВМ. В эти системы входят станки с программным управлением и различного рода комплексы автоматизации технологических процессов.

Системы с шаговым приводом при дискретном управлении от ЭВМ более компактны, надежны и точны. Процесс замены обычных исполнительных механизмов в цифровых системах управления шаговыми двигателями (ШД) обусловлен также устойчивой работой последних при воздействии неблагоприятных климатических факторов, механических перегрузок и других возмущающих воздействий.

В данной НИР решаются задачи разработки программно-аппаратных средств управления приводами исполнительных механизмов на базе шаговых двигателей и задачи идентификации динамических характеристик механизма программного перемещения по экспериментальным данным. По результатам идентификации определяется оптимальный закон программного управления приводом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Павленков М. И., Загацкий А. П. Особенности проектирования программного обеспечения верхнего уровня АСУТП // Проблемы создания информационных технологий: Сб. ст. / Междунар. академия инф. технологий. - Минск: МАИТ, 1998. - Вып. 2. - С. 47-51.
2. Blickley G. J. DCSs, PCs, AC Motors Lead in CE Spending Survey // Control Engineering. - 1997, № 2, P. 16-17.
3. Чиликин Е. В. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями. - М.: Машиностроение, 1971. - 330 с.
4. Кочергин В. В. Следящие системы с двигателями постоянного тока. - Л.: Энергоатомиздат, 1988. - 168 с.
5. Гитис Э. И. Преобразователи информации для электронных цифровых вычислительных устройств. - М.: Энергия, 1975. - 445 с.
6. Атомаян Э. Т. Приборы и методы измерения электрических величин. - М.: Высшая школа, 1982. - 173 с.
7. Сабинин Ю.А., Кулешов В. И., Шмырева М. М. Автономные дискретные электроприводы с силовыми шаговыми двигателями. - Л.: Энергия; Ленинградское отделение, 1980. - 159 с.
8. Мирошнин И. В., Болтунов Г. И. Оптимальные микропроцессорные системы управления электроприводом. - Л.: ЛДНТП, 1986. - 28 с.
9. Кочергин В. В. Следящие системы с двигателями постоянного тока. - Л.: Энергоатомиздат, 1988. - 168 с.
10. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 175 с.
11. <http://www.motco.ru/area/electrodrive/future.htm>
12. Мирошнин И. В., Болтунов Г. И. Оптимальные микропроцессорные системы управления электроприводом. - Л.: ЛДНТП, 1986. - 28 с.
13. <http://www.motco.ru/area/electrodrive/igbt.htm>
14. <http://www.motco.ru/area/electrodrive/spec.htm>
15. Шагурин И.И. Микропроцессоры и микроконтроллеры фирмы Motorola. - М.: Радио и связь, 1998. - 560с.
16. <http://www.motco.ru/area/electrodrive/mc3479.htm>
17. <http://www.motco.ru/area/electrodrive/mc33030.htm>
18. Ицкович Э. Л. Особенности микропроцессорных программно-технических комплексов разных фирм и их выбор для конкретных объектов // Приборы и системы управления. - 1997. - № 8. - С. 1 - 4.
19. Бродин В.Б. Технология проектирования микропроцессорных контроллеров // Электроника и компоненты. -1997. - №1. - С.8-9. - №2. - С.7-9.

20. Федорцов А. О., Долинский М. С. Микроконтроллеры и микропроцессоры для встроенных систем // Электроника. - 1998. - № 11-12. - С. 11-15.
21. Дроздов В. Н., Козярук А. Е., Мирошник И. В. Системы управления электроприводом с использованием микроЭВМ. - Л.: ЛДНТП, 1984. - 24 с.
22. Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. Математическая теория оптимальных процессов. - М.: Наука, 1969, - 384 с.
23. Беллман Р. Динамическое программирование. - М.: Иностранная литература, 1960. - 400 с.
24. Самойленко А. М., Ронто Н. И. Численно-аналитические методы исследования периодических решений. - Киев: Вища шк., 1976. - 105 с.
25. Бобылев Н. А., Исмаилов И. Г. Итерационные процедуры в задачах управления и оптимизации // Приборы и системы управления. - 1997. - № 2. - С. 15 - 17.
26. Годунов С. К., Рябенский В. С. Разностные схемы. - М.: Наука, 1977. - 439 с.
27. Ключев А. С., Колесников А. А. Оптимизация автоматических систем управления по быстродействию. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 240 с.
28. Амирханов Д. Р., Дубовец В. С., Пудов В. А. Анализ системы управления прессом-автоматом для раскрытия обувных материалов // Сб. научн. тр. / ВНИИ легкого и текстильного машиностроения, 1982. - С. 41-47.
29. Соболев О. С. Математические модели технологического процесса в алгоритмах реального времени // XI Всес. совещ. по автом. управлению: Тез. докл. научн. конф. / АН СССР. - Ташкент, 1989. - С. 377-378.
30. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок - М.: Мир, 1985. - 215 с.
31. Завернин С. К. Координатограф со следящим приводом для устройств числового программного управления. - Л.: ЛДНТП, 1984. - 27 с.
32. Зыков А. Н., Рассудов Л. Н., Тихомиров Б. А. Позиционный следящий электропривод с числовым программным управлением и самонастройкой по нагрузочным параметрам. Л.: ЛДНТП, 1978. - 28 с.
33. Ратмиров В. А., Рашкович П. Н., Павлов Ю. А. Шаговый привод в станках с программным управлением. НИИМАШ. М.: 1971. - 124 с.
34. Печуров Н. И. Шаговые двигатели и их применение в цифровых следящих системах. - Л.: Отраслевая система НТИ/ ЦНИИ "Румб", 1978 - 65 с.
35. Программное управление станками / Под общей ред. В. Л. Сосонкина. - М.: Машиностроение, 1981. - 398 с.
36. Луценко В. Е., Рубцов В. П. Электропривод с шаговыми двигателями. - М.: ВИНТИ, 1978. - 124 с.
37. Дусматов Х. С. Разработка и исследование механизмов вышивального полуавтомата с микропроцессорным управлением: Дисс. ... канд. тех. наук: 05.02.13. - Витебск, 1995. - 184 с.

38. Павленков М. И., Хабаров Р. С., Красицкая Е. А. Микроконтроллерная система для исследования позиционного шагового привода с обратной связью по положению // Электроника. - 1999. - № 3. - С. 21-26.
39. Пилипович В. А., Есман А. К., Поседейко В. С. Многоэлементные фотоприемники в преобразователях перемещений. - Мн.: Навука і тэхніка, 1991. - 182 с.
40. Hughes, A. and Lawrenson, P. J. Electromagnetic damping in stepping motors. Proc. IEE 122, 1985. - 234 p.
41. Сейдж Э. П., Мелса Дж. Идентификация систем управления. - М.: Наука, 1974. - 248 с.
42. Бесекерский В. А. Цифровые автоматические системы. - М.: Наука, 1976. - 575 с.
43. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. - М.: Мир, 1975. - 683 с.
44. Гроп Д. Методы идентификации систем. - М.: Наука, 1976
45. Мирахмедов. Идентификация в АСУТП. - М.: Наука, 1977
46. Бахвалов Н.С. Численные методы. - М.: 1987
47. Сипайлов. Математическое моделирование электрических машин. - М.: Энергия, 1983
48. Автоматизация настройки систем управления / Под ред. В. Я. Ротача. - М. - Энергоатомиздат, 1984. - 274 с.
49. Синтез позиционных систем программного управления / Под. ред. А. А. Вавилова. - Л.: Энергия, 1977. - 280 с.
50. Дьяконов В. П. Справочник по алгоритмам и программам для персональных ЭВМ: Справочник. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. -
51. Гумен В. Ф., Калининская Т. В. Следящий шаговый электропривод. - М.: Энергия, 1980. - 168 с.