В.М. Салганик Г.В. Щуров
П.П. Полецков Д.Н. Чикишев Д.Ю. Алексеев

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОМД

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»

В.М. Салганик
Г.В. Щуров
П.П. Полецков
Д.Н. Чикишев
Д.Ю. Алексеев

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОМД

Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавриата по направлению 150400 - Металлургия

Магнитогорск
2014

УДК 621.7

Рецензенты:
Заведующий кафедрой «Машины и технологии обработки материалов давлением»
ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
профессор, доктор технических наук
В.Г. Шеркунов
Доцент кафедры автоматизированных систем управления
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
кандидат технических наук, доцент
В.М. Москвин

Салганик В.М., Щуров Г.В., Полецков П.П., Чикишев Д.Н., Алексеев Д.Ю.

Основы автоматизации технологических процессов ОМД: Учебное пособие. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 82 с.

В учебном пособии изложены основы теории автоматического управления, математическое описание, оценка качества и устойчивости работы систем автоматизации процессов ОМД. Проанализированы функции, режимы работы и структура АСУ ТП.

В прикладном плане рассмотрено применение элементов систем автоматического управления и микропроцессорной техники в технологических процессах обработки металлов давлением, а также использование приборов технологического контроля процессов и качества продукции. Отдельным разделом предусмотрено изучение систем автоматизации процессов обработки металлов давлением.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 150400 «Металлургия» и изучающих следующие дисциплины: «Основы автоматизации технологических процессов ОМД», «Основы технологии процессов ОМД», «Моделирование и оптимизация технологических процессов». Может быть полезно аспирантам, специалистам, инженерно-техническим работникам металлургических предприятий, а также слушателям систем повышения квалификации и переподготовки кадров промышленных предприятий.

УДК 621.7

© Салганик В.М., Щуров Г.В., Полецков П.П., Чикишев Д.Н., Алексеев Д.Ю.
© ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 10
1 ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ 12
1.1 Задачи теории автоматического управления 13
1.2 Назначение систем автоматического регулирования (САР) 13
1.3 Принципы построения САР 14
1.3.1. Принцип разомкнутого управления 14
1.3.2. Принцип регулирования по возмущению (компенсации) 15
1.3.3. Принцип регулирования по отклонению (принцип Ползунова-Уатта) 15
1.3.4. Комбинированное регулирование 16
1.3.5. Принцип адаптации 17
1.4 Системы оптимального управления 17
1.5 Понятие и показатели качества управления 19
1.6 Разновидности систем автоматического регулирования (САР) 20
1.7 Контрольные вопросы 22
2 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОМД 23
2.1 Типовые соединения элементов и их характеристики 23
2.2 Типовые звенья и их характеристики 25
2.3 Устойчивость систем управления 27
2.4 Типовые алгоритмы регулирования САУ 28
2.5 Моделирование технологических процессов 29
2.6 Контрольные вопросы 32
3 ФУНКЦИИ, РЕЖИМЫ РАБОТЫ И СТРУКТУРА АСУ ТП 33
3.1 АСУ ТП толстолистового стана 5000 ОАО «ММК» 36
3.1.1. Уровень 2 – Система управления технологическими процессами 36
3.1.2. Уровень 1 - Система базовой автоматизации 38
3.1.2.1. Регулирование толщины для чистовой клети 38

3.1.2.1.1. Позиционирование электромеханических нажимных винтов 38

3.1.2.1.2. Гидравлическое регулирование раствора валков 39

3.1.2.1.3. Автоматическое регулирование толщины 39

3.1.2.1.4. Динамическая компенсация возмущении 39

3.1.2.1.5. Управление конусообразности.....40

3.1.2.1.6. Управление направлением прокатки 40

3.1.2.2. Контроль профиля и плоскостности для чистовой клети…….....41

3.1.2.2.1. Регулирование противоизгиба рабочих валков .41

3.1.2.2.2. Регулирование сдвижки рабочих валков CVC PLUS…….41

3.1.2.2.3. Системы технологического управления для регулирование манипуляторных направляющих.....41

3.2 Контрольные вопросы.....42

4 ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССА ОМД.....43

4.1 Контрольные вопросы.....45

5 ПРИБОРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....46

5.1 Измерение энергосиловых параметров.....48

5.1.1. Измерение давления металла на валки 48

5.1.1.1. Определение давления металла на валки на основе измерения деформаций в деталях рабочей клети. 48

5.1.1.2. Измерение давления металла на валки при помощи месдоз……51

5.1.2. Измерение крутящего момента при прокатке 55

5.1.2.1. Измерение крутящего момента по измерению мощности и скорости вращения электродвигателя и давлению металла на валки.....55

5.1.2.2. Непосредственное измерение крутящих моментов .56

5.1.3. Измерение натяжения.....57

5.1.3.1. Измерение натяжения со смещением полосы с оси прокатки…….....57

5.1.3.2. Измерение натяжения и подпора без смещения полосы с оси прокатки 58

5.2 Измерение геометрических размеров проката.....60

5.2.1. Приборы для измерения толщины проката, покрытий и стенки трубы.....60

5.2.1.1. Толщиномеры, основанные на измерении степени поглощения электромагнитного излучения или потока β-частиц…….....62

5.2.1.2. Электромагнитные измерители толщины листов и покрытий…….. 63

5.2.1.3. Пневматические измерители толщины листов.....64

5.2.2. Приборы для измерения ширины листа и диметра проволоки.....65

5.2.2.1. Приборы, основанные на фотокомпенсаионном методе измерения 65

5.2.2.2. Приборы, основанные на фотоследящем методе измерения…… 67

5.2.2.3. Приборы, основанные на фотоимпульсном методе измерения…….. 68

5.2.3. Приборы для измерения длины прокатываемого металла…….. 70

5.2.3.1. Электромеханические измерители длины 70

5.2.3.2. Фотоимпульсные измерители длины 70

5.3 Измерение температуры.....71

5.4 Контрольные вопросы.....72

6 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ 74

6.1 Позиционное управление нажимными устройствами рабочей клети……76

6.2 Система автоматического регулирования натяжения в черновой группе клетей.....77

6.3 Системы автоматического регулирования натяжения в чистовой группе клетей 78
6.4 Система автоматического регулирования ширины полосы 79
6.5 Системы автоматического регулирования толщины полосы в чистовой группе клетей 80
6.6 Контрольные вопросы 82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 83
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 85

ВВЕДЕНИЕ

Металлургия - отрасль промышленности, в которой автоматизации технологических процессов производства имеет большое значение. Она позволяет повысить эффективность производства и обеспечить необходимое качество продукции.

Для большинства металлургических машин и агрегатов характерны:

- Значительная протяженность и размер оборудования, задействованного в едином технологическом процессе;
- Тяжелые и очень тяжелые условия работы;
- Жесткие требования по надежности и безотказности работы оборудования.

Развитию систем автоматизации в металлургическом производстве поспособствовало развитие электронной и вычислительной техники, а так же самих металлургических агрегатов, необходимость надежно, точно и быстро управлять машинами, двигателями и сложными технологическими процессами.

Все сказанное относится к самым распространенным и наиболее сложным в плане автоматизации и управления металлургическим технологическим комплексам - прокатным станам.

Начало работ по автоматизации процессов черной металлургии СССР следует отнести к концу тридцатых годов двадцатого века, когда были разработаны и внедрены системы регулирования теплового режима мартеновских печей на Магнитогорском и Кузнецком металлургических комбинатах. Были произведены работы по комплексной автоматизации блюминга № 2 Магнитогорского металлургического комбината. Была внедрена система автоматизированного управления раскроем проката на базе специализированной вычислительной машины «Сталь» [9].

Широко развернулись работы по автоматизации процессов черной металлургии в пятидесятые годы. Созданы системы регулирования доменных и мартеновских печей, нагревательных и термических печей, прокатных станов, различных энергетических установок. Существенные результаты были получены в области автоматизации процессов электроплавки – разработаны системы управления тепловым и электрическим режимами дуговых печей. В эти же годы В.А. Сорокиным была осуществлена первая попытка применения ЭВМ для расчёта и управления теплового состояния доменной печи.

Со второй половины шестидесятых годов в связи с развитием ЭВМ и появлением достаточно дешёвых, надёжных и

быстродействующих ЭВМ в мире появились первые автоматизированные системы управления (АСУ).

В металлургии были созданы 350-ти тонные кислородные конвертеры, прокатные станы производительностью более 5 млн. тонн проката в год и др., поэтому существенно возросли требования к качеству продукции и экономичности производства.

Начало 70-х годов ознаменовалось появлением специализированных промышленных управляющих вычислительных машин (УВМ) и созданием на их базе принципиально новых сложных комплексов автоматизации технологических процессов прокатки.

АСУ позволяла управлять рациональным раскроем металла на ножницах, обеспечивала сбор и обработку технологической информации на участках рабочей клети и ножниц блюминга.

К середине 70-х на всех непрерывных станах холодной прокатки были внедрены комплексные системы автоматического регулирования толщины и натяжения полосы, обеспечившие поддержание заданной толщины полосы.

Современные системы управления строятся по модульному принципу на базе унифицированных аппаратных и программных средств вычислительной техники и объединяют функции технологической подготовки производства, управления технологическими комплексами и отдельными агрегатами, графического представления оперативной информации, работы с большими базами данных и численного анализа на основе сложных математических моделей в реальном времени.

Системы управления современных прокатных станов обеспечивают:

- повышение производительности за счет оптимального согласования различных технологических операций;
- максимальную технологическую гибкость прокатного оборудования и минимальную длительность его наладки;
- существенное повышение качества готовой продукции при минимальных производственных допусках;