

**Б. И. Кузнецов
С. Н. Балюта
В. В. Коломиец
Т. Б. Никитина**

**СИНТЕЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ ПРОКАТКИ**



Кузнецов Борис Иванович
доктор технических наук, профессор,
заведующий отделом
Научно-технического центра магнетизма
технических объектов Национальной
академии наук Украины
Лауреат Государственной премии
Украины



Балюта Сергей Николаевич
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой
«Электроснабжения промышленных
предприятий»
Национального университета пищевых
технологий



Коломиец Валерий Витальевич
кандидат технических наук, доцент,
декан электротехнологического
факультета
Украинской инженерно-педагогической
академии



Никитина Татьяна Борисовна
кандидат технических наук, доцент
кафедры системного анализа и
управления Национального
технического университета «ХПИ»

Б. И. Кузнецов
С. Н. Балюта
В. В. Коломиец
Т. Б. Никитина

СИНТЕЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОКАТКИ

ХАРЬКОВ – 2011

ББК 32.965:34.621:39.275

С38

УДК 625.52.011.56:621.771.061-581

Рекомендовано к изданию Ученым советом Научно-технического центра магнетизма технических объектов Национальной академии наук Украины (протокол № 2 от 20.01.2011)

Рецензенты: Е. А. Игуменцев, д-р техн. наук, профессор,
С. В. Епифанов, д-р техн. наук, профессор
В. С. Лупиков, д-р техн. наук, профессор

Авторы: Кузнецов Б. И., Балюта С. Н., Коломиец В. В., Никитина Т. Б.

Кузнецов Б. И., Балюта С. Н., Коломиец В. В., Никитина Т. Б. Синтез автоматизированных систем управления технологическими процессами прокатки – Харьков: 2011. – 356 с.

Монография посвящена синтезу систем автоматизированного управления технологическими процессами широкополосных прокатных станов на основе математических моделей и методов двухуровневого оптимального управления. На нижнем уровне синтезируются оптимальные регуляторы локальных подсистем управления положением нажимных винтов, положением петледержателей и скоростей вращения главных приводов отдельных прокатных клетей, а на верхнем уровне синтезируются оптимальные регуляторы систем автоматического регулирования толщины, натяжения и петли полосы многоклетьевого прокатного стана.

Разработана математическая модель многоклетьевого прокатного стана как объекта управления системы автоматического регулирования толщины, натяжения и петли полосы, на основе которой сформулирована и решена задача синтеза оптимальных систем управления геометрическими параметрами проката многоклетевых прокатных станов.

Выполнен синтез нелинейных локальных систем управления положением нажимных винтов и петледержателей на основе линеаризации обратной связью с помощью алгебры Ли.

Разработаны алгоритмы оптимального управления электромеханическими системами с частотно-управляемыми двигателями переменного тока по критерию максимума коэффициента полезного действия потребляемой энергии путем ослабления потока двигателя.

Для научных и инженерно-технических работников, аспирантов, студентов.

ISBN 978-966-1554-87-9

© Кузнецов Б. И., Балюта С. Н., Коломиец В. В., Никитина Т. Б.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
РАЗДЕЛ 1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОКАТКИ.....	8
1.1. Современное состояние автоматизированных систем управления технологическими процессами прокатки.....	8
1.2. Схема типовой автоматизированной системы управления технологическими процессами прокатки.....	20
1.3. Математические модели чистовой группы клетей прокатных станов.....	24
1.4. Математические модели пластической деформации прокатываемой полосы.....	27
РАЗДЕЛ 2. СИНТЕЗ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОКАТА В ЧИСТОВОЙ ГРУППЕ КЛЕТЕЙ.....	47
2.1. Структура систем автоматического регулирования геометрических параметров проката в чистовой группе клетей.....	47
2.2. Основные положения концепции построения автоматизированного управления технологическими процессами прокатки на основе синтеза двухуровневого оптимального управления.....	54
2.3. Синтез оптимальных систем управления главными электроприводами прокатных станов.....	67
2.4. Синтез регулятора состояния главного привода широкополосного стана горячей прокатки с заданной динамикой.....	76
2.5. Исследование динамических характеристик главного привода с частотно регулируемым асинхронным электроприводом.....	103
2.6. Приведение в действие САУ скоростью главного привода с обратной связью по состоянию.....	107

РАЗДЕЛ 3. СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОЛОСЫ НА ОСНОВЕ ЛИНЕАРИЗАЦИИ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ.....	113
3.1. Структура системы автоматического регулирования толщины проката в чистовой группе клетей.....	113
3.2. Синтез нелинейной системы управления положением нажимных винтов системы автоматического регулирования толщины проката с учетом люфтов.....	117
3.3. Исследование динамических характеристик синтезированной нелинейной системы управления положением нажимных винтов системы автоматического регулирования толщины проката.....	142
3.4. Принципы построения нелинейных наблюдателей.....	149
3.5. Синтез нелинейного наблюдателя нелинейной системы управления положением нажимных винтов системы автоматического регулирования толщины проката.....	166
3.6. Исследование динамических характеристики синтезированной нелинейной системы управления положением нажимных винтов системы автоматического регулирования толщины проката с нелинейными регуляторами и наблюдателями.....	172
РАЗДЕЛ 4. СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ УДЕЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ И ПЕТЛИ ПОЛОСЫ.....	181
4.1. Структура системы регулирования удельного натяжения и петли полосы.....	181
4.2. Синтез нелинейного регулятора положения петледержателя на основе линеаризации обратной связью.....	189
4.3. Синтез оптимальной линейной системы управления положением петледержателем широкополосного стана горячей прокатки.....	193
4.4. Синтез контура регулирования удельного натяжения с воздействием на скорость прокатной клетки.....	209

4.5. Исследование динамических режимов в системе автоматического регулирования натяжения и петли полосы при возмущающих воздействиях.....	214
РАЗДЕЛ 5. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.....	226
5.1. Особенности построения электромеханических систем с частотно-регулируемыми двигателями переменного тока	226
5.2. Алгоритмы управления электромеханическими системами с частотно-регулируемыми двигателями переменного тока.....	231
5.3. Алгоритм прямого управления моментом машины переменного тока.....	249
5.4. Динамические характеристики электромеханических систем переменного тока.....	257
РАЗДЕЛ 6. СИНТЕЗ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.....	263
6.1. Особенности анализа и синтеза электромеханических систем с двигателями переменного тока.....	263
6.2. Синтез системы управления по неполному вектору состояния с ПИ-регулятором.....	274
6.3. Синтез системы управления по полному вектору состояния с ПИ-регулятором.....	294
6.4. Синтез систем управления с учетом нелинейностей люфта и трения.....	300
6.5. Энергосбережение средствами частотно-регулируемого электропривода переменного тока.....	311
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	334

Наукове видання

Кузнецов Борис Іванович
Балюта Сергій Миколайович
Коломісць Валерій Віталійович
Нікітіна Тетяна Борисівна

СИНТЕЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРОКАТКИ

МОНОГРАФІЯ

РОСІЙСЬКОЮ МОВОЮ

Підписано до друку 11.07.2012 р.
Формат 60×84 1/16. Ум. др. арк. 22,25.
Тираж 300 прим. Замовл. № 443

Підприємець Маторін Б. І.
84116, м. Слов'янськ, вул. Г. Батюка, 19.
Тел./факс +38 06262 3-20-99. E-mail: matorinb@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 3141, видане Державним комітетом телебачення та радіомовлення України від 24.03.2008 р.
