

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ

М.А. Гордеев-Бургвиц

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМИ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ МОЩНЫХ  
ЭКСКАВАТОРОВ**

Москва 2014

УДК 621.879.323  
ББК 32.965  
Г67

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *Г.Е. Иванченко*,  
академик МАИН;

доктор технических наук, профессор *К.Я. Вильданов*,  
член-корреспондент Академии электротехнических наук

*Монография рекомендована к публикации  
научно-техническим советом МГСУ*

**Гордеев-Бургвиц, М.А.**

Г67 Системы автоматического управления взаимосвязанными электроприводами мощных экскаваторов : монография / М.А. Гордеев-Бургвиц ; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва : МГСУ, 2014. 208 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).

ISBN 978-5-7264-0892-7

Рассмотрены способы и технические средства предотвращения тяжелых аварий и повышения безопасности работы мощных шагающих экскаваторов с практикой внедрения разработанных систем. Обоснована постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Описаны найденные алгоритмы управления взаимосвязанными электроприводами, способы управления и технические средства их реализации. Изложены схемные решения и примеры построения САУ электроприводами на основе получения информации о координатах рабочего органа драглайна. Даны результаты и анализ полевых испытаний изобретенных систем на действующих экскаваторах.

Для конструкторов-разработчиков систем управления драглайнами.

**УДК 621.879.323  
ББК 32.965**

ISBN 978-5-7264-0892-7

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
<b>Глава 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЕГО РЕШЕНИЯ</b> .....	
1.1. Предпосылки автоматизации рабочего цикла экскаваторов .....	10
1.2. Критический анализ известных систем управления электроприводами подъема и тяги в процессе автоматического транспортирования ковша драглайна .....	12
1.3. Критический анализ известных систем защиты от растяжки .....	20
1.4. Цель, задачи и методы исследований.....	29
<b>Глава 2. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КОВША</b> .....	
2.1. Анализ способов и средств получения информации о положении ковша .....	32
2.1.1. Непосредственное измерение координат ковша с помощью датчиков угловых и линейных перемещений.....	33
2.1.2. Реализация способа получения информации о положении ковша без непосредственного измерения его координат ....	36
2.2. Разработка и исследование способов и систем управления электроприводами подъема и тяги в процессе транспортирования ковша в функции длин канатов.....	39
2.2.1. Аналоговая система с линейными датчиками .....	44
2.2.2. Аналоговая система с нелинейными датчиками .....	46
2.2.3. Цифроаналоговая система автоматического управления транспортированием ковша (ЦАСАУТК) .....	53
2.3. Исследование и разработка способа и системы управления электроприводами в режиме транспортирования ковша в функции нагрузок приводов .....	61
2.4. Разработка системы управления электроприводами в режиме растяжки ковша .....	68
<b>Глава 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ В ПРОЦЕССАХ ЗАЩИТЫ ОТ РАСТЯЖКИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КОВША</b> .....	
3.1. Математическое описание систем управления электроприводами в режиме защиты от растяжки и при автоматическом транспортировании ковша .....	78
3.1.1. Двигатели .....	79
3.1.2. Тиристорный преобразователь.....	80
3.1.3. Регулятор тока.....	80
3.1.4. Звено ограничения .....	81
3.1.5. Регулятор напряжения.....	81
3.1.6. Уравнение суммы длин канатов .....	82

3.1.7.	Сельсины-датчики суммы длин канатов .....	82
3.1.8.	Магнитный усилитель системы защиты от растяжки (УР) .....	83
3.1.9.	Система автоматического транспортирования ковша .....	85
3.1.10.	Полное уравнение САУТК и защитой от растяжки .....	85
3.2.	Синтез и качество переходных процессов систем автоматизации и защиты от растяжки .....	87
3.2.1.	Вывод аналитического выражения верхней границы зоны выбора варьируемых параметров .....	99
3.2.2.	Построение переходных процессов .....	102
3.3.	Исследование динамики систем управления электроприводами в процессе транспортирования ковша математическим моделированием на ЦВМ .....	104
3.3.1.	Исследование на ЦВМ аналоговой системы автоматического управления транспортированием ковша в функции длин канатов.....	104
3.3.2.	Исследование на ЦВМ цифроаналоговой САУ транспортированием ковша (ЦАСАУТК) экскаватора ЭШ 75.85 .....	110
3.3.3.	Исследование динамики САУТК в функции нагрузок приводов моделированием на ЦВМ .....	118
Глава 4.	<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРАБОТАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ В ПРОЦЕССЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КОВША И ЗАЩИТЫ ОТ РАСТЯЖКИ .....</b>	<b>126</b>
4.1.	Разработка устройства для записи траекторий движения ковша драглайна .....	126
4.2.	Экспериментальное исследование системы защиты от растяжки.....	129
4.3.	Экспериментальное исследование системы управления электроприводом тяги при автоматическом транспортировании ковша в функции длин канатов .....	138
4.4.	Экспериментальное исследование системы управления электроприводом тяги при автоматическом транспортировании ковша в функции нагрузок приводов.....	145
4.5.	Технико-экономическая эффективность внедрения системы автоматического управления процессом транспортирования ковша экскаватора ЭШ 100.100 .....	151
4.6.	Технико-экономическая эффективность внедрения системы защиты стрелы от растяжки на серийных экскаваторах ЭШ 15/90А.....	152
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>153</b>
	<b>Библиографический список .....</b>	<b>156</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>173</b>