

**В.Г. ГУЛЯЕВ
И.В. КОСАРЕВ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
ГОРНЫХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ**

**ЧАСТЬ 3. СТРУГОВЫЕ УСТАНОВКИ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ
СТРУГОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

В. Г. Гуляев, И. В. Косарев

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
ГОРНЫХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ**

**ЧАСТЬ 3. СТРУГОВЫЕ УСТАНОВКИ И
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СТРУГОВЫЕ
КОМПЛЕКСЫ**

(ТЕОРИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ)

Учебное пособие
для обучающихся образовательных учреждений
высшего профессионального образования

*Под общей редакцией
доктора технических наук, профессора В. Г. Гуляева*

Донецк
Технопарк «УНИТЕХ»
2018

УДК 622.23.054.2(075.8)

ББК 33.31я7

Г94

Рекомендовано Ученым советом
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»
в качестве учебного пособия для обучающихся образовательных учреждений
высшего профессионального образования
(Протокол № 7 от 26.10.2018)

Рецензенты:

Кондрахин Виталий Петрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой горнозаводского транспорта и логистики ГОУВПО «ДОННТУ»;

Лабинский Константин Николаевич – доктор технических наук, доцент, проректор по научной работе ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР.

Авторы:

Гуляев Владимир Георгиевич – доктор технических наук, профессор кафедры горных машин ГОУВПО «ДОННТУ»;

Косарев Иван Васильевич – директор ГУ «ДОНУГЛЕМАШ».

Гуляев, В. Г.

Г94 Проектирование и конструирование горных машин и комплексов : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования. Ч. 3. Струговые установки и автоматизированные струговые комплексы (теория рабочих процессов и методы повышения надежности) / В. Г. Гуляев, И. В. Косарев ; под общ. ред. В. Г. Гуляева. – Донецк : Технопарк «УНИТЕХ», 2018. – 248 с. : ил., табл.

Рассмотрены актуальность и проблемы создания автоматизированных струговых комплексов для выемки тонких пологих пластов угля в Донецком бассейне. На основе системного подхода проанализированы прогрессивные направления конструирования и выбора рациональных параметров исполнительных органов и основных компонентов струговых установок и комплексов отечественного и зарубежного производства. Предложены математические модели для исследования и совершенствования динамических свойств приводов струговых установок и комплексов с целью оптимизации режимов их работы, повышения эффективности и безопасности выемки угля без присутствия людей в лаве. Изложены современные направления разработки автоматизированных струговых систем DBT и CAT, дана оценка возможности их применения в АСК для условий Донбасса.

УДК 622.23.054.2(075.8)

ББК 34.7я7

© Гуляев В. Г., Косарев И. В., 2018

© ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	9
ВВЕДЕНИЕ	10
1. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕ- МОВ ДОБЫЧИ УГЛЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ	16
1.1 Причины снижения объемов и качества добываемого угля.....	16
1.2 Пути повышения эффективности угледобычи в шахтах Донбасса	17
1.3 Эффективность отработки тонких пластов стругами.....	19
1.4 Вопросы и задания для самоконтроля.....	22
2. АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СТРУГОВЫХ КОМПЛЕКСОВ И АГРЕГАТОВ ДЛЯ БЕЗ- ЛЮДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫЕМКИ ТОНКИХ ПЛА- СТОВ	23
2.1 Краткая характеристика Донецкого каменноугольного бассейна и добываемых марок углей (Википедия).....	24
2.2 Современные средства механизации угледобычи, показатели качества технологических процессов комбайновой и струговой выемки угля	33
2.3 Сравнение эффективности применения комбайновой и струговой выемки в сопоставимых условиях	37
2.4 Снижение энергоемкости добычи и повышение сортности энергетических углей и антрацитов на основе струговой технологии и техники.....	39
2.5 Актуальность создания струговых механизированных комплексов для безлюдной выемки пологих тонких пластов Донецкого бассейна.....	40
2.6 Задачи концептуального инновационного характера	44
2.7 Тенденции и результаты развития технологии и техники струговой выемки за рубежом.....	46
2.8 Выводы к разделам 1–2.....	53
2.9 Вопросы и задания для самоконтроля.....	54

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК И КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ВЫЕМКИ ПОЛОГО-НАКЛОННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ	55
3.1 Вводные замечания	55
3.2 Нормативно-технические документы – исходные данные для проектирования и конструирования струговых установок и комплексов.....	55
3.2.1 Межгосударственный стандарт УСТАНОВКИ СТРУГОВЫЕ-ГОСТ 28629-90	56
3.2.2 Национальный стандарт российской федерации ГОСТ Р 53650-2009 СТРУГОВЫЕ УСТАНОВКИ. Общие технические условия	59
3.3 Разработка ТЗ и технического проекта на создание СУ и МСК для заданных условий эксплуатации	66
3.4 Разработка струговых исполнительных органов на основе требований НТД и анализа известных конструкций.....	69
3.4.1 Обзор и анализ конструкций струговых исполнительных органов	69
3.4.2 Классификация и анализ конструкций струговых исполнительных органов, применяемых в установках отрывного типа.....	69
3.4.3 Наиболее характерные конструктивные особенности исполнительных органов струговых установок отрывного типа.....	82
3.4.4 Анализ конструкций струговых исполнительных органов, применяемых в струговых установках скользящего типа.....	85
3.4.5 Анализ конструкций струговых исполнительных органов, применяемых в струговых установках комбинированного типа	91
3.4.6 Специфические особенности струговых исполнительных органов зарубежных конструкций.....	93
3.5 Схемы резания пласта и расположения резцов на струге.....	96

3.5.1 Режущие инструменты струговых исполнительных органов	98
3.5.2 Крепление струговых резцов в резцедержателях.....	100
3.5.3 Конструктивные требования к струговым исполнительным органам, определяющие их эксплуатационные свойства.....	102
3.6 Вопросы и задания для самоконтроля.....	104
4. КОНВЕЙЕРЫ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК И НАПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА	106
4.1 Направляющие стругов отрывного типа	106
4.2 Направляющие стругов скользящего типа	107
4.3 Системы подачи на забой и управления струговыми установками в вертикальной плоскости.....	109
4.4 Системы забойных конвейеров высокой производительности ДВТ	113
4.5 Вопросы и задания для самоконтроля.....	113
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИВОДОВ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК И СИСТЕМ ИХ ЗАЩИТЫ	114
5.1 Структура приводов, параметры и предъявляемые к ним требования	114
5.2 Приводы и электрооборудование струговой установки 2СН3413.....	115
5.3 Характеристики и способы управления приводами струговой установки 2СН3413.....	117
5.4 Средства защиты приводов струга от перегрузок.....	120
5.5 Приводные системы конвейеров струговых установок.....	123
5.6 Вопросы и задания для самоконтроля.....	125
6. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУГОВОЙ УСТАНОВКИ ПРИ РАЦИОНАЛЬНЫХ СООТНОШЕНИЯХ СКОРОСТЕЙ СТРУГА И ЦЕПИ КОНВЕЙЕРА	127
6.1 Общие положения. Виды скоростных режимов.....	127

6.2 Расчет эксплуатационных параметров системы «струг-конвейер» при отстающих и опережающих режимах работы.....	128
6.3 Определение эксплуатационных характеристик струговой установки при рациональных скоростных режимах системы «струг-конвейер».....	131
6.4 Выводы.....	133
6.5 Вопросы и задания для самоконтроля.....	135
7. РАСЧЕТ НАГРУЗОК НА РЕЗЦАХ СТРУГА И В ТЯГОВОЙ ЦЕПИ	136
7.1 Вводные замечания. Выбор параметров струга.....	136
7.2 Расчет средних значений сил резания на резцах струга.....	138
7.3 Расчет тяговых усилий в цепи струга с учетом сил трения в направляющих и от погрузки угля стругом на конвейер.....	145
7.4 Вопросы и задания для самоконтроля.....	147
8. РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА СТРУГА И УСТОЙЧИВОГО МОМЕНТА ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	148
8.1 Характеристики режимов работы электроприводов стругов.....	148
8.2 Расчет мощности привода струга по методике РТМ 12.14.001-81	150
8.3 Обоснование и выбор тяговой цепи для привода струга	160
8.3.1 Физика формирования эксплуатационной нагрузки в цепи струга.....	160
8.3.2 Выбор класса прочности и конструктивных параметров тяговой цепи привода струга	162
8.4 Вопросы и задания для самоконтроля.....	166
9. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СТРУГА С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ	167
9.1 Обоснование требований к математической модели	167
9.2 Структурная схема математической модели.....	167

9.3. Математическая модель частотно-регулируемого асинхронного электродвигателя	168
9.4. Математическая модель системы перемещения струга (СПС) с двумя частотно-регулируемыми приводами	170
9.5 Математическая модель формирования сил сопротивления движению струга $\sum F_C$	177
9.6 Моделирование динамической характеристики асинхронных приводных электродвигателей струговых установок.....	178
9.7 Частотно-токовое управление асинхронными двигателями.....	182
9.8 Вопросы и задания для самоконтроля.....	187
10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СТРУГОВЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	188
10.1 Концептуальные положения к созданию МСК для Донбасса.....	188
10.2 Обзор известных конструкций и технических характеристик МСК для выемки пологих пластов мощностью 0,7–1,5 м	190
10.2.1 Механизированные струговые комплексы конструкции ГП «Донгипроуглемаш»	190
10.2.2 Механизированные струговые комплексы конструкции ОАО «ШахтНИУИ»	195
10.2.3 Механизированные струговые комплексы фирм OSTROJ и DBT	198
10.3 Обоснование типа и параметров щитовой крепи в составе МСК для заданных условий эксплуатации	200
10.3.1 Исходные данные по горно-геологическим условиям работы МСК	200
10.3.2 Требования НТД к механизированным крепям струговых очистных комплексов	202
10.3.3 Определение параметров механизированной крепи для условий 2-й северной лавы (в соответствии с требованиями ГОСТ Р).....	203

10.4 Возможные варианты применения механизированных струговых комплексов в условиях 2-й северной лавы	208
10.4.1. Анализ и выбор механизированной крепи для условий 2-й северной лавы.....	209
10.5 Опыт применения стругового комплекса «Vucyrus DBT GmbH Егоро» в 3-й и 4-й северных лавях ПАО ШУ «Покровское»	212
10.6 Вопросы и задания для самоконтроля	220
11. СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРУГОВЫМИ УСТАНОВКАМИ И МСК	221
11.1 Комплекс аппаратуры управления и автоматизации АРУС.1М	221
11.2 Автоматизированные системы управления МСК (АСК) мехатронного уровня фирм САТ и DBT	222
11.3 Автоматизированные струговые системы отработки пластов средней и малой мощности методом «дозированная стружка» (DBT)	226
11.4 Исследования и разработки ДонНТУ и ГП «Донгипроуглемаш» в области создания автоматизированных комплексов мехатронного уровня	228
11.5 Выводы к разделу 11	233
11.6 Вопросы и задания для самоконтроля	233
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	235
ЛИТЕРАТУРА	238
ПРИЛОЖЕНИЕ А	244
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	245
ПРИЛОЖЕНИЕ В	246
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	247