Раздел IV

РАСЧЕТ
И КОНСТРУИРОВАНИЕ МАШИН

Том IV-24

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Редактор-составитель д-р техн. наук
Ю.А. Лагунова

Ответственный редактор д-р техн. наук
В.К. Асташев

МОСКВА “МАШИНОСТРОЕНИЕ” 2011

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ
В СОРОКА ТОМАХ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ФРОЛОВ К.В.
Председатель редакционного совета

Члены совета:

Белянин П.Н. (зам. Председателя редсовета и главного редактора), Колесников К.С. (зам. Председателя редсовета и главного редактора), Адамов Е.О., Анфимов Н.А., Асташев В.К., Бессонов А.П., Бюшгенс Г.С., Васильев В.В., Васильев Ю.С., Воронин Г.П., Долбенко Е.Т., Жесткова И.Н., Кирпичников М.П., Клюев В.В., Коптев Ю.Н., Ксеневич И.П., Мартынов И.А., Митенков Ф.М., Новожилов Г.В., Образцов И.Ф., Панин В.Е., Паничев Н.А., Патон Б.Е., Пашин В.М., Платонов В.Ф., Пугин Н.А., Румянцева О.Н., Силаев И.С., Федосов Е.А., Фортов В.Е., Черный Г.Г., Шемякин Е.И.

МОСКВА "МАШИНОСТРОЕНИЕ" 2011

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

MECHANICAL ENGINEERING

Encyclopaedia

Главный редактор академик РАН
К.В. Фролов

УДК 622
ББК 33
М38

Авторы: Ю.А. Лагунова, А.П. Комиссаров, В.С. Шестаков, С.В. Белов, Л.А. Гаврилова, И.Ю. Иванов, Н.П. Косарев, К.П. Порожский, Н.В. Савинова, Н.М. Суслов, А.Д. Табарин, С.Г. Фролов, С.А. Червяков, В.Е. Эпштейн

Машиностроение. Энциклопедия / ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др.
М38 М.: Машиностроение. **Горные машины.** Т. IV-24 / Ю.А. Лагунова, А.П. Комиссаров, В.С. Шестаков и др.; под общ. ред. В.К. Асташева, 2011. 496 с.: ил.

ISBN 978-5-94275-567-6

Рассмотрены вопросы проектирования и эксплуатации горных машин и оборудования. Приведенный материал охватывает всю цепочку использования горной техники: от горно-проходческих работ до методов добычи, рудоподготовки и обогащения полезных ископаемых. Представлены технические характеристики, схемы, описание конструкций, методы расчета и испытаний горных машин.

УДК 622
ББК 33

ISBN 978-5-94275-567-6

© ООО «Издательство Машиностроение», 2011

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ. 8

Раздел 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ МАШИН С ПОРОДОЙ 9

Глава 1.1. Условия эксплуатации горных машин и основные свойства пород (*Н.П. Косарев*) . . . 9

1.1.1. Горно-геологические и горно-технические условия разработок 9

1.1.2. Физико-механические свойства горных пород 9

1.1.3. Технологические свойства горных пород 10

1.1.4. Классификации горных пород по трудности разработки 11

Глава 1.2. Статические виды разрушения горных пород (*А.П. Комиссаров*) 12

1.2.1. Разрушение пород резанием . . 12

1.2.2. Копание 16

1.2.3. Разрушение пород при внедрении рабочего органа 17

1.2.4. Разрушение пород шарошками 17

Глава 1.3. Динамические виды разрушения горных пород (*В.С. Шестаков*) 18

1.3.1. Высокоскоростное резание . . . 18

1.3.2. Ударное разрушение 18

1.3.3. Вибрационное разрушение . . . 19

Глава 1.4. Физические и комбинированные способы разрушения горных пород (*И.Ю. Иванов*) 19

1.4.1. Разрушение пород струями высокого давления 19

1.4.2. Разрушение пород взрывом . . 19

1.4.3. Термическое разрушение пород . 20

1.4.4. Комбинированные способы разрушения пород 20

Глава 1.5. Процессы дробления и измельчения горных пород (*Ю.А. Лагунова*) 20

1.5.1. Назначение операций дробления и измельчения 20

1.5.2. Степень и стадии дробления и измельчения 21

1.5.3. Способы дробления и измельчения 22

Список литературы 23

Раздел 2. БУРОВЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ 25

Глава 2.1. Общая характеристика буровых машин (*К.П. Порожский*) 25

2.1.1. Назначение и классификация буровых машин 25

2.1.2. Основные требования, предъявляемые к буровым машинам 25

2.1.3. Общее устройство и конструктивные схемы буровых машин 25

Глава 2.2. Теория рабочих процессов буровых машин (*А.П. Комиссаров*) 27

2.2.1. Теория рабочего процесса машин вращательного бурения режущим инструментом 27

2.2.2. Теория рабочего процесса машин шарошечного бурения 29

2.2.3. Теория рабочего процесса машин ударного бурения 30

2.2.4. Термическое бурение 31

Глава 2.3. Инструмент буровых машин (*И.Ю. Иванов*) 32

2.3.1. Требования к инструменту . . . 32

2.3.2. Режущий инструмент 32

2.3.3. Инструмент шарошечного бурения 34

2.3.4. Инструмент ударного бурения . . 42

2.3.5. Комбинированный буровой инструмент 46

2.3.6. Буровые штанги 47

Глава 2.4. Исполнительные механизмы и оборудование буровых машин (*В.Е. Эпштейн, С.Г. Фролов*) 48

2.4.1. Вращательно-подающие механизмы 48

2.4.2. Ударные механизмы 49

2.4.3. Устройства для удаления буровой мелочи из скважины, пылеулавливания и пылеподавления 52

2.4.4. Устройства для хранения и подачи штанг, свинчивания (развинчивания) бурового става . . . 53

2.4.5. Гидравлические системы 55

2.4.6. Пневматические системы 57

2.4.7. Ходовое оборудование 57

2.4.8. Вспомогательное оборудование . 58

Глава 2.5. Технические характеристики и конструкции буровых машин (*Л.А. Гаврилова, С.Г. Фролов*) 59

2.5.1. Станки буровые шарошечные . . 59

2.5.2. Станки вращательного бурения резцовыми долотами 62

2.5.3. Станки ударно-вращательного бурения 63

2.5.4. Станки ударно-канатного бурения 64

2.5.5. Станки комбинированного бурения 65

2.5.6. Шнекобуровые машины 65

Глава 2.6. Основные расчетные зависимости буровых машин (*С.В. Белов*) 66

2.6.1. Режимы бурения и определение режимных параметров 66

2.6.2. Расчет мощности двигателей . . . 69

2.6.3. Производительность буровых машин 69

Список литературы 70

Раздел 3. ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ (ЭКСКАВАТОРЫ) 71

Глава 3.1. Классификация и конструктивные схемы экскаваторов (*А.П. Комиссаров*) . . . 71

3.1.1. Классификация, типажи и параметрические ряды экскаваторов 71
3.1.2. Конструктивные схемы одноковшовых экскаваторов 78
3.1.3. Конструктивные схемы многоковшовых экскаваторов 79
Глава 3.2. Конструкции рабочего оборудования экскаваторов (*А.П. Комиссаров*). . . . 80
3.2.1. Рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов 80
3.2.2. Рабочее оборудование многоковшовых экскаваторов 93
Глава 3.3. Конструкции рабочих механизмов экскаваторов (*А.П. Комиссаров*). . . 104
3.3.1. Рабочие механизмы одноковшовых экскаваторов 104
3.3.2. Рабочие механизмы многоковшовых экскаваторов 108
3.3.3. Опорно-поворотные устройства экскаваторов 111
Глава 3.4. Ходовое оборудование экскаваторов (*Н.М. Суслов*). 113
3.4.1. Общие сведения 113
3.4.2. Гусеничное ходовое оборудование 114
3.4.3. Шагающее ходовое оборудование 119
3.4.4. Рельсовое ходовое оборудование 120
3.4.5. Шагающе-рельсовое ходовое оборудование 121
Глава 3.5. Металлические конструкции экскаваторов (*В.С. Шестаков*). . . . 122
3.5.1. Общие сведения 122
3.5.2. Материалы металлических конструкций экскаваторов. 122
3.5.3. Ферменные конструкции экскаваторов. 123
3.5.4. Рамные конструкции экскаваторов. 124
Глава 3.6. Общий расчет экскаваторов (*В.С. Шестаков*) 126
3.6.1. Задачи общего расчета 126
3.6.2. Определение основных параметров экскаваторов 127
3.6.3. Расчет сил сопротивления на рабочем органе и мощности приводов главных механизмов. . . . 128
3.6.4. Расчет рабочего оборудования и металлоконструкций экскаваторов. 134
3.6.5. Тяговый расчет ходового оборудования 140
3.6.6. Статический расчет экскаваторов. 144
3.6.7. Определение производительности экскаваторов 154
3.6.8. Расчет на ЭВМ продолжительности цикла и работы приводов основных механизмов одноковшового экскаватора. 155
3.6.9. Оптимизация параметров экскаваторов. 165
Глава 3.7. Технические характеристики и конструкции экскаваторов (*Н.П. Косарев*). 168
3.7.1. Одноковшовые экскаваторы . . 168
3.7.2. Многоковшовые экскаваторы. . 179
3.7.3. Фрезерные экскаваторы 185
Список литературы 185

Раздел 4. ВЫЕМОЧНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ 187
Глава 4.1. Общая характеристика выемочно-транспортирующих машин (*Ю.А. Лагунова*) 187
4.1.1. Общая характеристика базовых машин. 187
4.1.2. Назначение, область применения и классификация бульдозеров . . 192
4.1.3. Технические характеристики бульдозеров, рыхлителей и бульдозерно-рыхлительных агрегатов. . . . 201
4.1.4. Назначение и область применения скреперов. 203
4.1.5. Назначение и область применения погрузчиков 204
Глава 4.2. Конструктивные особенности рабочего оборудования ВТМ (*Ю.А. Лагунова*). 213
4.2.1. Рабочее оборудование бульдозера 213
4.2.2. Рабочее оборудование рыхлителя. 214
4.2.3. Рабочее оборудование скрепера 216
4.2.4. Рабочее оборудование погрузчика 216
Глава 4.3. Расчет основных параметров ВТМ (*И.Ю. Иванов*). 218
4.3.1. Расчет параметров бульдозера. . 218
4.3.2. Расчет параметров рыхлителя . . 219
4.3.3. Расчет параметров скрепера . . . 220
4.3.4. Расчет параметров одноковшового погрузчика 220
Глава 4.4. Тяговый и статический расчеты ВТМ (*Н.М. Суслов*) 221
4.4.1. Общие вопросы. 221
4.4.2. Расчет бульдозера 222
4.4.3. Расчет рыхлителя 224
4.4.4. Расчет скрепера. 225
4.4.5. Расчет погрузчика 226
Глава 4.5. Расчет производительности ВТМ (*Л.А. Гаврилова*) 228
4.5.1. Бульдозер 228
4.5.2. Рыхлитель 229
4.5.3. Скрепер. 229
4.5.4. Одноковшовые погрузчики . . . 230
Список литературы 230

Раздел 5. МАШИНЫ ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ 231
Глава 5.1. Гидромониторы (*К.П. Порожский*). 231
5.1.1. Классификация и технические характеристики 231
5.1.2. Общее устройство гидромониторов. 232
5.1.3. Импульсные водометы 235
5.1.4. Расчет гидромониторов. 237
Глава 5.2. Землесосные снаряды (*Л.А. Гаврилова*) 245
5.2.1. Общие вопросы. 245
5.2.2. Классификация, технические характеристики и особенности конструкции. 246
5.2.3. Расчет землесосных снарядов . . 265
5.2.4. Производительность землесосных снарядов 266

Глава 5.3. Драги (*Ю.А. Лагунова*) 268
5.3.1. Классификация и технические характеристики 268
5.3.2. Конструктивные особенности драг 269
5.3.3. Принцип действия драг 275
5.3.4. Расчетная схема. 280
5.3.5. Производительность драг и расчет мощности 283
Список литературы 284

Раздел 6. РАСЧЕТ И ВЫБОР ВЫЕМОЧНЫХ И ПРОХОДЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ. 285
Глава 6.1. Общая характеристика горных машин и оборудования для подземных работ (*А.П. Комиссаров*) 285
6.1.1. Основные типы и классификация горных машин и оборудования. 285
6.1.2. Выбор и расчет рабочего инструмента горных машин 290
6.1.3. Исполнительные органы горных машин 294
Глава 6.2. Выемочные машины и оборудование (*А.П. Комиссаров*). 309
6.2.1. Общие вопросы. 309
6.2.2. Оборудование для отбойки взрывом 319
6.2.3. Крепь очистных забоев 326
6.2.4. Системы выемочных машин и оборудования. 335
Глава 6.3. Расчет и выбор проходческих машин и оборудования (*В.С. Шестаков*) . . . 346
6.3.1. Проходческие комбайны. . . . 346
6.3.2. Буровое проходческое оборудование 353
6.3.3. Оборудование для проходки буровзрывным способом 354
6.3.4. Оборудование для крепления и поддержания выработок 358
6.3.5. Системы проходческих машин и оборудования 364
Список литературы 369

Раздел 7. ДРОБИЛКИ 371
Глава 7.1. Щековые дробилки (*Н.В. Савинова*) 371
7.1.1. Принцип действия и классификация 371
7.1.2. Технические характеристики, конструкции ЩД 373
7.1.3. Основные параметры ЩД . . 381
7.1.4. Производительность и расчет мощности привода 383
Глава 7.2. Конусные дробилки (*Ю.А. Лагунова*) 384
7.2.1. Классификация, принцип действия 384
7.2.2. Технические характеристики, особенности конструкции конусных дробилок крупного дробления 385
7.2.3. Определение основных параметров и производительности конусных дробилок крупного дробления (ККД и КРД) 391
7.2.4. Технические характеристики, особенности конструкции конусных дробилок среднего и мелкого дробления (КСД и КМД) 394
7.2.5. Определение основных параметров и производительности КСД и КМД 400
7.2.6. Расчет профиля камеры дробления для КМД. 401
Глава 7.3. Конусные инерционные дробилки (КИД) (*С.А. Червяков, А.Д. Табарин*). 418
7.3.1. Конструкция, основные особенности и технические характеристики 418
7.3.2. Расчет действующих дробящих сил. 421
7.3.3. Определение основных параметров 423
Глава 7.4. Вибрационные конусные дробилки (ВКД) (*С.А. Червяков, А.Д. Табарин*) 424
7.4.1. Конструкция, принцип действия ВКД с вертикальными колебаниями дробящих конусов . . . 424
7.4.2. Особенности кинематики и динамики ВКД 426
7.4.3. Производительность ВКД. . . 428
Глава 7.5. Валковые дробилки (*Ю.А. Лагунова*) 428
7.5.1. Принцип действия и классификация 428
7.5.2. Основные конструктивные схемы и технические характеристики валковых дробилок 429
7.5.3. Основные параметры 439
Глава 7.6. Роторные дробилки (*Ю.А. Лагунова*) . 440
7.6.1. Назначение и классификация. . 440
7.6.2. Конструкция и технические характеристики дробилок. 441
Глава 7.7. Молотковые дробилки (*Ю.А. Лагунова*) 447
7.7.1. Принцип действия и классификация 447
7.7.2. Конструкции дробилок, их технические характеристики 448
7.7.3. Основные параметры 455
Глава 7.8. Центробежные дробилки (*А.Д. Табарин*). 458
7.8.1. Общие вопросы 458
7.8.2. Конструктивные особенности и технические характеристики 459
Список литературы 461

Раздел 8. МЕЛЬНИЦЫ 463
Глава 8.1. Барабанные шаровые и стержневые мельницы (*С.А. Червяков*) 463
8.1.1. Общие вопросы. 463
8.1.2. Принцип действия, конструктивные схемы и технические характеристики 464
8.1.3. Определение основных параметров. 475
8.1.4. Потребляемая мощность и производительность 477
Глава 8.2. Мельницы самоизмельчения (*Ю.А. Лагунова*) 483
8.2.1. Конструктивные схемы и технические характеристики. . . . 483
8.2.2. Мельницы динамического самоизмельчения и центробежные мельницы 490
Список литературы 493