

**Н.Я. РЕПИН
Л.Н. РЕПИН**

**ПРОЦЕССЫ
ОТКРЫТЫХ
ГОРНЫХ
РАБОТ**



**Н.Я. РЕПИН
Л.Н. РЕПИН**

ПРОЦЕССЫ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

*Допущено Учебно-методическим объединением
вузов Российской Федерации по образованию
в области горного дела в качестве учебника
для студентов вузов, обучающихся
по специальности «Открытые горные работы»
направления подготовки «Горное дело» и по
направлению подготовки (специальности)
«Горное дело» (специализация «Открытые
горные работы»)*



**МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»
2015**

УДК 622.221
ББК 33.22
Р41

Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых» СанПиН 1.2.1253–03, утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г. (ОСТ 29.124–94). Санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 77.99.60.953.Д.014367.12.14

Экспертиза проведена Учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области горного дела (письмо № 51-16/379 от 23.12.2014 г.)

Рецензенты:

- кафедра «Открытые горные работы» Кузбасского государственного технического университета (и.о. зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. *П.А. Самусев*);
- д-р техн. наук, проф. *С.А. Ильин* (ЗАО «Издательский дом “Руда и Металлы”»)

Репин Н.Я., Репин Л.Н.

Р41 Процессы открытых горных работ: Учебник. — М.: Издательство «Горная книга», 2015. — 518 с.: ил.

ISBN 978-5-98672-378-5

Приведены общие сведения о разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом и о технологических схемах открытых горных работ. Дана развернутая технологическая характеристика горных пород. Рассмотрены способы подготовки горных пород к выемке, средства и способы производства буровых и взрывных работ. Изложены принципы оптимизации параметров буровзрывных работ.

Дана технологическая характеристика основных видов выемочных машин. Приведены технологические схемы выемочно-погрузочных работ при разработке различных по свойствам пород. Изложена методика оценки производительности выемочных машин.

Большое внимание уделено способам и средствам перемещения горных пород, дана их технологическая характеристика. Представлены схемы транспортного обслуживания выемочных машин и методика расчета производительности транспортного оборудования.

Рассмотрены способы и средства отвалообразования. Приведены технологические схемы отвальных работ. Дано обоснование параметров отвалов.

Н.Я. Репин — д-р техн. наук, проф. кафедры «Технология, механизация и организация открытых горных работ» МГГУ; *Л.Н. Репин* — д-р экон. наук, руководитель Департамента топливообеспечения ОАО «Энергетические системы Востока», проф. кафедры «Технология, механизация и организация открытых горных работ» МГГУ.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Открытые горные работы» направления подготовки «Горное дело» и по направлению подготовки (специальности) «Горное дело» (специализация «Открытые горные работы»).

ISBN 978-5-98672-378-5

УДК 622.221
ББК 33.22



9 785986 723785

© Н.Я. Репин, Л.Н. Репин, 2015
© Издательство «Горная книга», 2015
© Дизайн книги.
Издательство «Горная книга», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
---------------	---

ЧАСТЬ I ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ И ГОРНЫХ ПОРОДАХ

<i>Глава 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ДОБЫЧИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</i>	7
1.1. Добыча полезных ископаемых подземным способом.....	7
1.2. Добыча полезных ископаемых открытым способом.....	9
1.3. Основные понятия и термины открытых горных работ.....	16
1.4. Технологические схемы открытых горных работ.....	20
<i>Глава 2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ИХ СВОЙСТВА</i>	24
2.1. Общая технологическая характеристика горных пород.....	24
2.2. Физико-механические свойства пород.....	25
2.3. Структурные характеристики породных массивов.....	30
2.4. Свойства разрушенных горных пород.....	35

ЧАСТЬ II ПОДГОТОВКА ГОРНЫХ ПОРОД К ВЫЕМКЕ

<i>Глава 3. ПОДГОТОВКА К ВЫЕМКЕ МЯГКИХ И ПОЛУСКАЛЬНЫХ ПОРОД</i>	39
3.1. Подготовка к выемке мягких пород.....	39
3.2. Механическое рыхление пород.....	41
<i>Глава 4. ВЗРЫВНОЙ СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ГОРНЫХ ПОРОД</i>	47
4.1. Основные требования к подготовке пород взрывом.....	47
4.2. Технологические основы буровых работ.....	50
4.2.1. Оценка буримости горных пород.....	50
4.2.2. Способы бурения скважин.....	51
4.2.3. Вращательное шнековое бурение скважин.....	54
4.2.4. Шарошечное бурение скважин.....	60
4.2.5. Пневмоударное бурение скважин.....	68
4.2.6. Термическое бурение.....	73
4.2.7. Режимы бурения.....	76
4.2.8. Организация буровых работ и производительность буровых станков.....	80
4.3. Технологические основы взрывных работ.....	86
4.3.1. Взрыв. Взрывчатые вещества и средства взрывания.....	86

4.3.2. Оценка взрываемости горных пород	100
4.3.3. Проектный и фактический удельный расход ВВ	102
4.3.4. Параметры скважинных зарядов и их расположение на уступе	107
4.3.5. Основы расчета параметров буровзрывных работ.	115
4.3.6. Короткозамедленное взрывание на карьерах	125
4.3.7. Параметры развала и взрываемого блока.	127
4.3.8. Некоторые особые случаи производства взрывных работ на карьерах	132
4.3.9. Механизация заряжания и забойки скважин	145
4.3.10. Разрушение негабаритных кусков.	146
4.3.11. Общие сведения об организации и обеспечении безопасности взрывных работ	150

ЧАСТЬ III ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

<i>Глава 5. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.</i>	153
5.1. Общие сведения о выемочно-погрузочных работах и выемочной технике	153
5.2. Оценка экскавируемости горных пород	157
5.3. Схемы и способы выемки и погрузки пород.	159
5.4. Методика расчета производительности выемочных машин	164

<i>Глава 6. ВЫЕМКА И ПОГРУЗКА ГОРНЫХ ПОРОД КАРЬЕРНЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ ЛОПАТАМИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ЭКСКАВАТОРАМИ.</i>	169
6.1. Технологическая характеристика карьерных механических лопат	169
6.2. Выемка и погрузка мягких и плотных пород.	176
6.3. Выемка и погрузка взорванных скальных и полускальных пород	181
6.4. Раздельная выемка пород и полезного ископаемого экскаваторами ЭКГ	188
6.5. Выемка и погрузка горных пород гидравлическими экскаваторами.	195
6.5.1. Технологическая характеристика гидравлических экскаваторов	195
6.5.2. Особенности выемки и погрузки горных пород гидравлическими экскаваторами	200
6.5.3. Раздельная выемка гидравлическими экскаваторами	203
6.5.4. Некоторые показатели работы гидравлических экскаваторов.	207
6.6. Выемка горных пород вскрышными механическими лопатами с перевалкой в выработанное пространство	210
6.7. Производительность механических лопат и гидравлических экскаваторов.	218
6.8. Применение на карьерах одноковшовых строительных экскаваторов.	222

<i>Глава 7. ВЫЕМКА ГОРНЫХ ПОРОД ДРАГЛАЙНАМИ</i>	224
7.1. Технологическая характеристика драглайнов	224

7.2. Выемка и перевалка пород драглайнами в выработанное пространство	232
7.2.1. Выемка и перевалка мягких пород	232
7.2.2. Выемка и перевалка предварительно взорванных полускальных и скальных пород	238
7.3. Выемка и погрузка пород драглайнами в средства транспорта	240
7.4. Производительность драглайнов	245
Глава 8. ВЫЕМКА И ПОГРУЗКА ГОРНЫХ ПОРОД РОТОРНЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ	249
8.1. Технологическая характеристика роторных экскаваторов	249
8.2. Технологические схемы выемки пород роторными экскаваторами	257
8.3. Параметры забоев роторных экскаваторов	261
8.4. Раздельная выемка роторными экскаваторами	265
8.5. Производительность роторных экскаваторов	269
Глава 9. ВЫЕМКА И ПОГРУЗКА ГОРНЫХ ПОРОД ЦЕПНЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ	273
9.1. Технологическая характеристика цепных экскаваторов	273
9.2. Технологические схемы выемки пород цепными экскаваторами	279
9.3. Производительность цепных экскаваторов	285
Глава 10. ВЫЕМКА ГОРНЫХ ПОРОД ОДНОКОВШОВЫМИ ФРОНТАЛЬНЫМИ ПОГРУЗЧИКАМИ	287
10.1. Технологическая характеристика одноковшовых фронтальных погрузчиков	287
10.2. Технологические схемы выемки пород одноковшовыми погрузчиками	292
10.3. Производительность одноковшовых погрузчиков	297
Глава 11. ВЫЕМКА ГОРНЫХ ПОРОД СКРЕПЕРАМИ	300
11.1. Технологическая характеристика скреперов	300
11.2. Технологические схемы выемки пород скреперами	305
11.3. Производительность скреперов	307
Глава 12. ВЫЕМКА ГОРНЫХ ПОРОД БУЛЬДОЗЕРАМИ	309
12.1. Технологическая характеристика бульдозеров и схемы выемки пород	309
12.2. Производительность бульдозеров	315
Глава 13. БЕЗВЗРЫВНАЯ ВЫЕМКА ПОЛУСКАЛЬНЫХ И СКАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД	317
13.1. Общие сведения	317
13.2. Машины для безвзрывной выемки пород	318
13.3. Безвзрывная выемка пород экскаваторами	322
13.4. Безвзрывная выемка пород фрезерными комбайнами	323
Глава 14. ВЫЕМКА УГЛЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВ	327

ЧАСТЬ IV
ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И СКЛАДИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

<i>Глава 15. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ</i>	
КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА	333
15.1. Основные особенности и виды карьерного транспорта	333
15.2. Современное состояние и направления развития карьерного транспорта.	336
<i>Глава 16. АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ</i>	<i>339</i>
16.1. Условия применения и технологическая характеристика автомобильного транспорта	339
16.2. Подвижной состав автомобильного транспорта	341
16.3. Автомобильные дороги	351
16.4. Пропускная и провозная способность автомобильных дорог	360
16.5. Работа экскаваторно-автомобильных комплексов	361
16.6. Производительность автосамосвалов	365
16.7. Борьба с налипанием и примерзанием пород.	368
<i>Глава 17. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ</i>	<i>370</i>
17.1. Условия применения и технологическая характеристика железнодорожного транспорта.	370
17.2. Подвижной состав железнодорожного транспорта	372
17.3. Железнодорожные пути в карьере	380
17.4. Путьное развитие карьеров	386
17.5. Пропускная и провозная способность перегонов и отдельных пунктов	388
17.6. Организация транспортного обслуживания экскаваторов на рабочих уступах и отвалах.	391
17.7. Производительность локомотивосоставов	393
17.8. Перемещение временных железнодорожных путей и их текущее содержание.	396
<i>Глава 18. КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ.</i>	<i>406</i>
18.1. Условия применения, технические и технологические особенности конвейерного транспорта	406
18.2. Схема конвейеризации карьера и технология перемещения пород конвейерами	414
18.3. Крутонаклонные конвейеры	423
18.4. Конвейеры как транспортирующие органы горных машин и механизмов.	430
18.5. Производительность конвейеров	435
18.6. Вспомогательные работы при конвейерном транспорте	438
<i>Глава 19. КОМБИНИРОВАННЫЙ ТРАНСПОРТ НА КАРЬЕРАХ</i>	<i>440</i>
19.1. Общие сведения	440
19.2. Автомобильно-железнодорожный транспорт	443

19.3. Автомобильно-конвейерный транспорт	449
19.4. Автомобильно-гравитационный транспорт.	460
19.5. Автомобильно-скиповой транспорт	465
19.6. Канатные подъемники и специальные виды транспорта	467
<i>Глава 20. СКЛАДИРОВАНИЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД И НЕКОНДИЦИОННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОТВАЛАХ</i>	<i>472</i>
20.1. Общие сведения	472
20.2. Выбор места под отвалы и сооружение первоначальных отвальных насыпей	477
20.3. Отвалообразование при автомобильном транспорте.	481
20.4. Отвалообразование при железнодорожном транспорте.	489
20.5. Отвалообразование при конвейерном транспорте	504
Список литературы	511