

Н.Я. РЕПИН

ПОДГОТОВКА ГОРНЫХ ПОРОД К ВЫЕМКЕ

*Допущено Учебно-методическим объединением
вузов Российской Федерации по образованию
в области горного дела в качестве учебного
пособия для студентов вузов, обучающихся
по специальности «Открытые горные работы»
направления подготовки «Горное дело»*



МОСКВА



«МИР ГОРНОЙ КНИГИ»



**ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**



2009

УДК 622.221
ББК 33.22
Р 41

Издано при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России»

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 № 77.99.60.953.Д.008501.07.07

Экспертиза проведена Учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области горного дела (письмо № 51-86/6 от 08.10.2008 г.)

Рецензенты:

- д-р техн. наук, проф. кафедры «Горное и нефтяное дело» Л.Н. Кашпар (Российский университет дружбы народов);
- д-р техн. наук, зав. лабораторией «Петрофизика природного камня» В.И. Супрун (Московский государственный горный университет)

Репин Н.Я.

Р 41 Подготовка горных пород к выемке. Ч. 1: Учебное пособие. — М.: «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2009. — 188 с.: ил. (ПРОЦЕССЫ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ)

ISBN 978-5-91003-036-1 (в пер.)

ISBN 978-5-7418-0553-4

Приведены краткие сведения о технологии добычи полезных ископаемых открытым способом. Дана характеристика горных пород и оценка влияния свойств пород на эффективность их подготовки к выемке. Уделено внимание технике и технологии бурения скважин в карьерах, обоснован выбор режимов бурения. Рассмотрены характеристики современных взрывчатых веществ и средств взрывания. Изложены принципы выбора оптимальных параметров буровзрывных работ, базирующегося на учете свойств породного массива. Описаны технологии буровзрывных работ в некоторых специфических условиях карьеров. Даны основные сведения по организации и обеспечению безопасности буровых и взрывных работ.

Репин Н.Я. — д-р техн. наук, проф. кафедры «Технология, механизация и организация открытых горных работ» Московского государственного горного университета.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Открытые горные работы» направления подготовки «Горное дело».

УДК 622.221
ББК 33.22

ISBN 978-5-91003-036-1
ISBN 978-5-7418-0553-4

- © Н.Я. Репин, 2009
- © «Мир горной книги», 2009
- © Издательство МГГУ, 2009
- © Дизайн книги. Издательство МГГУ, 2009

ВВЕДЕНИЕ

Горно-добывающая промышленность является основой индустриального развития общества. Добываемые из недр Земли уголь, нефть, газ, горючие сланцы, торф обеспечивают топливом электростанции, транспорт и коммунально-бытовой сектор. Руды черных, цветных и редких металлов являются сырьем для металлургической промышленности. Добыча горно-химического сырья, в свою очередь, обеспечивает потребности химической промышленности в сырье и сельского хозяйства в удобрениях, а добыча строительных горных пород служит основой развития строительной индустрии.

Бурное развитие мировой экономики и обеспечение все более высокого уровня жизни людей предопределяют необходимость дальнейшего увеличения объемов добычи сырья и максимально бережного его использования, поскольку запасы всех видов полезных ископаемых в недрах неуклонно сокращаются.

В стоимости конечной продукции перерабатывающих отраслей России — электроэнергии, тепла, металлов, минеральных удобрений, строительных материалов и изделий — затраты на

А

сырье, поставляемое горно-добывающими предприятиями, составляет от 30—40 до 60—70 %. В связи с этим ведущее место в горной промышленности должно принадлежать экономически наиболее эффективным способам добычи полезных ископаемых при использовании наиболее совершенной техники и технологии горных работ.

Открытый способ добычи твердых полезных ископаемых по сравнению с подземным характеризуется значительно более высокими технико-экономическими показателями и значительно более безопасными условиями труда рабочих. Затраты на добычу полезных ископаемых при открытом способе на большинстве предприятий в 2—3 раза ниже, а производительность труда рабочих в 2,5—3,5 раза выше, чем при подземном. Например, на угольных разрезах в 2006 г. себестоимость 1 т угля находилась в основном в пределах 250—350 руб., а на шахтах – 350—700 руб. Производительность труда рабочих по добыче на разрезах и шахтах составляла соответственно 218,3 т в месяц и 99,8 т в месяц на человека.

Столь высокие экономические показатели открытого способа добычи связаны в первую очередь с одной из очень важных его особенностей — возможностью использования на карьерах крупногабаритного, весьма мощного и высокопроизводительного оборудования. При подземной же добыче применение оборудования подобной мощности невозможно из-за ограниченных размеров подземных горных выработок. И именно благодаря развитию машиностроения в нашей стране, созданию и внедрению современных образцов горно-транспортной техники наряду с переходом к рыночной экономике открытый способ к настоящему времени стал основным способом добычи твердых полезных ископаемых. Его удельный вес при добыче угля достиг почти 65 %, при добыче руд черных и цветных металлов — более 80 %, горно-химического сырья — 100 %, а строительные горные породы уже давно добываются только открытым способом. Превалирующее значение открытого способа в горно-добывающей промышленности сохранится и в перспективе.

А

Вместе с тем широкое применение открытых горных работ связано с увеличением масштабов нарушения земель, ростом отрицательного их воздействия на состояние подземных вод и атмосферы. Поэтому технология открытых горных работ должна быть ориентирована на максимально возможное снижение уровня их негативного воздействия на окружающую среду, а нарушенные земли должны подлежать рекультивации с возвращением их в сельскохозяйственный или иной оборот.

В связи с этим при их подготовке горные инженеры-открытчики должны научиться принимать правильные технические и технологические решения, обеспечивающие высокую эффективность добычи полезных ископаемых при минимальном отрицательном воздействии горных работ на экологическую обстановку в районе добычи.

Курс «Процессы открытых горных работ» является, в сущности, первым в перечне специальных дисциплин по подготовке горных инженеров-открытчиков, формирование которых завершается изучением курсов «Технология и комплексная механизация открытых горных работ», «Проектирование карьеров», «Эксплуатация карьерного оборудования» и дисциплин специализации. Цель курса состоит в том, чтобы помочь студентам овладеть знаниями, необходимыми при осуществлении процессов подготовки горных пород к выемке, производстве выемочно-погрузочных работ, при перемещении карьерных грузов и складировании горных пород.

Инициатором создания курса «Процессы открытых горных работ» и включения его в учебный план по подготовке горных инженеров-открытчиков был академик В.В. Ржевский. Он подготовил и первый учебник по этому курсу. В течение многих лет он непрестанно работал над его усовершенствованием и последнее (четвертое) издание учебника вышло в свет в 1985 г. За прошедшие после издания этого учебника годы в практике открытых горных работ произошли существенные изменения в техническом и технологическом отношении, что, естественно, требует своего отображения в учебной литературе.

В настоящем учебном пособии освещается первая часть общего курса «Процессы открытых горных работ» — подго-

товка горных пород к выемке. Это пособие является, в сущности, кратким конспектом лекций по «Процессам открытых горных работ», которые в течение целого ряда лет читаются автором для студентов-открытчиков Московского государственного горного университета.

Имея честь принадлежать к научной школе Владимира Васильевича и вполне разделяя научные и методологические идеи, заложенные им при разработке курса «Процессы открытых горных работ», автор считает необходимым сохранить основные концептуальные положения его последнего учебника, развивая и дополняя их в той мере, которая определяется уровнем современного состояния горной науки, техники и технологии в области открытых горных работ. В соответствии с идеей В.В. Ржевского в качестве научной базы данного учебного пособия, как и курса в целом, принято учение о горных породах, являющихся объектом горных работ, поскольку именно свойства пород прежде всего определяют выбор техники, технологии и параметров технологических процессов, а также их технико-экономические показатели и экономику горного предприятия в целом. Поэтому изучение технологических процессов опирается на простых, доступных к определению в условиях каждого карьера данных о свойствах горных пород. Они же используются в качестве основания для инженерных расчетов при проектировании параметров технологических процессов, выборе средств механизации и организации горных работ.

В учебном пособии кратко изложены общие сведения об открытых горных работах, основные положения по технологии разработки месторождений с различными условиями залегания полезных ископаемых, предопределяющими как выбор системы разработки месторождения, так и состав и особенности производственных процессов. Подробно рассмотрены требования, предъявляемые к процессу подготовки горных пород к выемке, и способы подготовки пород с различными свойствами.

При изучении взрывного способа подготовки пород изложены основные данные о технике, технологии и режимах бурения взрывных скважин, об организации буровых работ и методологии расчета их показателей. В необходимом объеме приво-

дятся сведения о применяемых на карьерах в настоящее время взрывчатых веществах и средствах взрывания и об особенностях взрывного разрушения трещиноватого породного массива. Большое внимание уделено методологии оценки взрываемости горных пород и расчета параметров буровзрывных работ, а также оценке влияния технических и технологических факторов на качество подготовки пород. Рассмотрены особенности взрывной подготовки пород в специфических условиях, в частности при взрывании со сбросом породы в выработанное пространство при бестранспортной технологии вскрышных работ, при разработке сложноструктурных забоев и др.

Изложенные в учебном пособии сведения дают студентам возможность с достаточной глубиной изучить комплекс вопросов, связанных с осуществлением процесса подготовки горных пород к выемке, и использовать полученные знания при принятии технических и технологических решений в курсовом и дипломном проектировании.

Параграфы 2.1, 7.1, 7.8, 8.2, 8.7, 8.8 и 8.10 учебного пособия написаны доктором экономических наук Л.Н. Репиным.

Выражаю глубокую благодарность горным инженерам Т.Г. Гавришевой и В.В. Филатову, а также студентам Московского государственного горного университета Михаилу Головченко и Виталию Дмитриеву за неоценимую техническую помощь в подготовке рукописи к изданию.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	10
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ	21
2.1. Основные понятия и термины.....	21
2.2. Технологические схемы открытых горных работ	26
3. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	34
4. ПОДГОТОВКА К ВЫЕМКЕ МЯГКИХ ПОРОД	52
5. ПОДГОТОВКА ПОРОД К ВЫЕМКЕ МЕХАНИЧЕСКИМ РЫХЛЕНИЕМ	55
6. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ПОРОД ВЗРЫВОМ.....	61
7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БУРОВЫХ РАБОТ	65
7.1. Оценка буримости горных пород	65
7.2. Способы бурения скважин	68
7.3. Вращательное шнековое бурение скважин.....	72
7.4. Шарошечное бурение скважин	79
7.5. Пневмоударное бурение	87
7.6. Термическое бурение	93
7.7. Режимы бурения	96
7.8. Организация буровых работ и производительность буровых станков	103
8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ	110
8.1. Взрыв. Взрывчатые вещества и средства взрывания	110
8.2. Взрываемость горных пород	128

8.3. Проектный и фактический удельный расход ВВ	131
8.4. Параметры скважинных зарядов и их расположение на уступе	138
8.5. Расчет основных параметров буровзрывных работ	148
8.6. Короткозамедленное взрывание	160
8.7. Параметры развала и взрываемого блока.....	165
8.8. Некоторые особые случаи производства взрывных работ на карьерах	170
8.9. Механизация заряжания и забойки скважин	177
8.10. Разрушение негабаритных кусков	179
8.11. Общие сведения об организации и обеспечении безопасности взрывных работ.....	182
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	185