

В.А. Ермолов
Л.Н. Ларичев
Т.В. Тищенко
Ю.И. Кутепов

ГОРНО- ПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

*Под редакцией
доктора технических наук,
профессора В.А. Ермолова*

*Допущено Министерством образования и науки
Российской Федерации в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки
бакалавров и магистров «Горное дело»
и направлению подготовки дипломированных
специалистов «Горное дело»*

МОСКВА
«ГОРНАЯ КНИГА»
♦
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА
2009

ГЕОЛОГИЯ



УДК 622.33

ББК 33.31

Е74

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.012634.11.08

Рецензенты:

- кафедра МПИ и их разведки Российского университета дружбы народов (зав. кафедрой канд. геол.-минер. наук, доцент *В.В. Дьяконов*);
- канд. геол.-минер. наук *В.Н. Назима*, канд. техн. наук *С.С. Аршинов* (ОАО «Гипрошахт»)

Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Тищенко Т.В., Кутепов Ю.И.

Е74 Геология: Учебник для вузов / Под ред. В.А. Ермолова. — М.: Издательство «Горная книга», Издательство Московского государственного горного университета, 2009. — Часть VII: Горно-промышленная геология твердых горючих ископаемых. — 668 с.: ил.

ISBN 978-5-98672-135-4 (в пер.)

ISBN 978-5-7418-0579-4

Даны характеристика сырьевой базы твердых горючих ископаемых и классификация угленосных формаций, бассейнов и месторождений. Рассмотрены объекты горно-промышленной геологии и факторы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых, влияющие на их разработку.

Изложены правовые основы недропользования. Освещены вопросы геологического обеспечения действующих угольных предприятий. Приведена классификация запасов по степени их разведанности и подготовленности. Рассмотрены вопросы, связанные с подсчетом запасов и учетом потерь угля при добыче. Описаны математические методы обработки информации. Изложены основы инженерно-геологического обеспечения разработки глубоких горизонтов угольных месторождений, а также проблемы инженерно-геологического обеспечения отвалобразования.

В.А. Ермолов — д-р техн. наук, профессор МГГУ; *Л.Н. Ларичев* — канд. геол.-минер. наук, доцент МГГУ; *Т.В. Тищенко* — канд. техн. наук, доцент МГГУ; *Ю.И. Кутепов* — д-р техн. наук, профессор МГГУ.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Горное дело» и направлению подготовки дипломированных специалистов «Горное дело».

УДК 622.33

ББК 33.31

ISBN 978-5-98672-135-4

ISBN 978-5-7418-0579-4

© В.А. Ермолов, Л.Н. Ларичев, Т.В. Тищенко, Ю.И. Кутепов, 2009

© Издательство «Горная книга», 2009

© Издательство МГГУ, 2009

© Дизайн книги. Издательство «Горная книга», 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный период экономического и социального развития России предусматривает дальнейшее укрепление и расширение материально-сырьевой базы страны, повышение эффективности и качества подготовки к освоению разведанных запасов полезных ископаемых, в том числе твердых горючих ископаемых, развитие сырьевого потенциала действующих горно-добывающих предприятий, улучшение охраны недр и комплексного использования минеральных ресурсов.

Решение этих проблем идет по пути концентрации добычи полезных ископаемых, создания высокопроизводительных и комплексно-механизированных предприятий, изыскания наиболее эффективных методов разработки месторождений и переработки минерального сырья, обеспечивающих минимальный уровень потерь и разубоживания при оптимальном качестве сырья и минимальной себестоимости товарной продукции.

Основой успешной реализации актуальных задач горно-добывающей промышленности при постоянном усложнении горно-геологических условий разработки месторождений и отчетливой тенденции ухудшения качества полезных ископаемых является коренное улучшение геологического изучения недр и эффективное использование геологической информации в горно-технологических решениях.

Достижению именно этих целей посвящена горно-промышленная геология — научная область прикладной геологии и горного дела. Горно-промышленная геология как прикладная научная дисциплина изучает методы, организацию и технологию геологического обеспечения горного производства при проектировании, строительстве, реконструкции и ликвидации горных предприятий. Она разрабатывает геологические основы управления состоянием массива горных пород, запасами и качеством добываемого минерального сырья на всех стадиях освоения месторождений полезных ископаемых с целью повышения эффективности и безопасности горных работ, охраны и комплексного использования твердых полезных ископаемых, сопутствующих горных пород, вод и газов.

Теоретической основой горно-промышленной геологии служит учение о горно-геологических объектах и факторах промышленного освоения месторождений полезных ископаемых. Методическую базу

составляют методы, средства и организация процессов измерения и оценки геологических показателей, характеризующих горно-геологические объекты, а также принципы и конкретные условия использования геологических данных для принятия обоснованных горно-технических решений. К прикладному разделу дисциплины следует отнести горно-промышленную геологию отдельных видов полезных ископаемых — угля, горючих сланцев и торфа, рудноминерального металлического и неметаллического сырья, а также специальные (горно-промышленные) разделы гидрогеологии и инженерной геологии. Ведущие задачи этого раздела науки — изучение, анализ и типизация горно-геологических показателей соответствующих месторождений, методов и организации геологического обеспечения промышленной разведки и добычи полезных ископаемых.

В системе геологической подготовки горных инженеров горно-промышленная геология — завершающая дисциплина и базовой для горных наук. Изучение этого предмета должно помочь будущим специалистам закрепить полученные знания по основам геологических наук и составить целостное представление о геологической среде в сфере горного производства, осознанно подходить к изучению горного дела и решению технологических задач, отчетливо понимая их обусловленность природными факторами.

Существенный вклад в развитие горно-промышленной геологии внесли А.А. Гапеев, И.В. Дорохин, И.В. Еремин, В.В. Зубков, Н.Х. Платонов, В.В. Фромм, в разные годы работавшие на кафедре геологии МГИ–МГГУ.

А.А. Гапеев проводил геологические исследования в Кузнецком угольном бассейне, определившие в дальнейшем значимость этого региона в топливно-энергетическом балансе страны; занимался изучением угольных месторождений Урала; осуществлял научное руководство геологоразведочными работами в Карагандинском угольном бассейне. Исследования в области общих вопросов геологии угольных месторождений получили завершение в трудах «Твердые горючие ископаемые — каустобиолиты» (1949 г.), «Фации осадочных отложений и их роль в образовании угольных месторождений Донецкого бассейна» (1949 г.).

И.В. Дорохин занимался изучением особенностей угольных месторождений с мощными залежами с целью обоснования методики поиска и разведки углей. В вышедшей в 1968 г. монографии «Мощные пласты углей» автор охарактеризовал закономерности распространения подобных формаций и обосновал принципы составления прогнозных карт угольных месторождений с мощными пластами.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
ГЛАВА 1	
СЫРЬЕВАЯ БАЗА ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ И КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ, БАСЕЙНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ	9
1.1. Сырьевая база твердых горючих ископаемых	11
1.2. Классификация угленосных формаций, бассейнов и месторождений	29
ГЛАВА 2	
ОБЪЕКТЫ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ГЕОЛОГИИ И ВНЕГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	43
2.1. Объекты горно-промышленной геологии	45
2.1.1. Горно-геологические объекты в структуре геологической среды	45
2.1.2. Геологические и геолого-промышленные объекты	47
2.1.3. Иерархия горно-геологических объектов	51
2.2. Внегеологические факторы промышленного освоения месторождений полезных ископаемых	56
2.2.1. Общие положения	56
2.2.2. Общеэкономические факторы	57
2.2.3. Экономико-географические факторы.....	66
2.2.4. Экологические факторы	70
ГЛАВА 3	
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	73
3.1. Пространственно-морфологические факторы и показатели освоения месторождений твердых горючих ископаемых	76
3.1.1. Структура угольных пластов	76
3.1.2. Мощность и выдержанность угольных пластов.....	81
3.1.3. Условия залегания.....	86
3.1.4. Нарушения угольных пластов.....	91
3.2. Вещественно-качественные показатели твердых горючих ископаемых.....	99
3.2.1. Общие сведения	99

3.2.2. Вещественный состав углей	102
3.2.3. Физические и физико-механические свойства углей.....	131
3.2.4. Метаморфизм углей	139
3.2.5. Восстановленность углей	150
3.2.6. Зоны окисления угольных месторождений	152
3.2.7. Основные показатели качества углей.....	161
3.2.8. Марочная классификация углей	170
3.2.9. Вещественно-геохимическая характеристика неорганической массы углей	220
3.2.10. Использование углей в промышленности.....	248
3.3. Гидрогеологические факторы и показатели освоения месторождений.....	256
3.3.1. Факторы обводненности месторождений	256
3.3.2. Количественная характеристика обводненности месторождений.....	263
3.3.3. Влияние обводненности на горные работы	269
3.4. Инженерно-геологические факторы и показатели освоения месторождений.....	272
3.4.1. Факторы, определяющие инженерно-геологические условия месторождений.....	272
3.4.2. Разрабатываемость горных пород	285
3.4.3. Напряженно-деформированное состояние горных пород в массиве и проявления горного давления.....	291
3.5. Газоносность и прочие горно-геологические условия.....	304
 ГЛАВА 4	
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
ГОРНЫХ РАБОТ	317
4.1. Правовые основы недропользования	319
4.2. Система предпроектного геологического изучения недр.....	324
4.2.1. Организация геологической службы Российской Федерации	324
4.2.2. Последовательность изучения недр	326
4.2.3. Требования к изученности месторождений твердых горючих ископаемых на стадии проектирования.....	328
4.2.4. Функции и содержание предпроектных геологоразведочных работ.....	331
4.3. Достоверность геологической информации, используемой при проектировании	336
4.3.1. Сведения из теории погрешностей измерений	336
4.3.2. Методы оценки достоверности геологической информации	343
4.4. Экспертная оценка геологических материалов	356

ГЛАВА 5

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ

УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ 361

5.1. Геологическая служба горно-добывающих предприятий.....	363
5.2. Геологоразведочные работы на действующем горном предприятии.....	365
5.2.1. Доразведка месторождений.....	366
5.2.2. Эксплуатационная разведка месторождений.....	370
5.3. Геологическая документация и опробование при эксплуатации.....	379
5.3.1. Первичная и сводная геологическая документация.....	379
5.3.2. Методика геологической документации скважин и подземных горных выработок.....	383
5.3.3. Геологическая документация угольных карьеров.....	397
5.3.4. Построение вертикальных проекций горных выработок и геологических разрезов.....	401
5.3.5. Опробование пластов твердых горючих ископаемых.....	404
5.4. Геофизические исследования.....	405
5.5. Гидрогеологические исследования.....	414
5.6. Инженерно-геологические исследования.....	422

ГЛАВА 6

УЧЕТ СОСТОЯНИЯ И ДВИЖЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЯ

НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 427

6.1. Классификация запасов месторождений по степени разведанности и подготовленности к выемке.....	429
6.1.1. Группы и категории разведанности запасов.....	429
6.1.2. Классификация запасов по степени подготовленности к выемке.....	444
6.2. Графическая основа, оконтуривание и блокировка запасов угля.....	450
6.2.1. Подготовка исходных данных.....	450
6.2.2. Графическая основа подсчета запасов.....	460
6.2.3. Принципы и способы оконтуривания.....	470
6.2.4. Выделение подсчетных блоков.....	476
6.3. Подсчет запасов.....	486
6.3.1. Общие положения.....	486
6.3.2. Методы подсчета запасов.....	487
6.4. Учет движения запасов, добычи и потерь угля при разработке месторождений.....	495
6.4.1. Учет состояния и движения запасов.....	495
6.4.2. Виды потерь угля при эксплуатации.....	501

ГЛАВА 7

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

505

7.1. Принципы и методы геолого-математического моделирования	507
7.2. Одномерные статистические модели	512
7.2.1. Сущность и условия применения	512
7.2.2. Выборка, основные требования к ней и ее основные характеристики.....	516
7.3. Двумерные и многомерные статистические модели.....	524
7.3.1. Сущность и условия применения	524
7.3.2. Корреляционный анализ.....	525
7.3.3. Регрессивный анализ	531
7.4. Моделирование пространственных переменных	535
7.4.1. Поля геологических признаков.....	535
7.4.2. Понятие о методах математического моделирования пространственных переменных	538
7.4.3. Геоestatистические модели изменчивости геологических показателей.....	540
7.5. Основы автоматизированной геометризации месторождений	544
7.5.1. Общие положения и методология	544
7.5.2. Практические вопросы геометризации месторождений угля	550
7.6. Компьютерные технологии моделирования месторождений	564

ГЛАВА 8

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ

573

8.1. Оценка физико-механических и деформационных свойств пород глубоких горизонтов месторождений угля.....	575
8.1.1. Методология исследований.....	575
8.1.2. Оценка физико-механических свойств пород месторождений угля.....	578
8.1.3. Оценка деформационных свойств пород глубоких угольных горизонтов	590
8.2. Прогнозная оценка инженерно-геологических условий безопасного освоения подземного пространства угольных месторождений	602
8.2.1. Региональный прогноз инженерно-геологических условий глубоких горизонтов угольных месторождений	602
8.2.2. Локальный прогноз инженерно-геологических условий глубоких горизонтов угольных месторождений	610

ГЛАВА 9

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТВАЛЬНЫХ РАБОТ..... 621

9.1. Формирование техногенных пород отвалов, гидроотвалов и их оснований	623
9.1.1. Общие положения	623
9.1.2. Технолитогенез пород гидроотвалов вскрышных пород и хвостохранилищ обогатительных фабрик	626
9.1.3. Формирование состава, состояния и свойств пород «сухих» отвалов (на примере сооружений Кузбасса).....	632
9.1.4. Изменение состояния и свойств естественных пород в основании отвальных сооружений	637
9.2. Система инженерно-геологического обеспечения отвальных работ	638
9.3. Изучение инженерно-геологических условий отвалов и гидроотвалов	641
9.4. Обоснование оптимальных параметров отвальных сооружений	649
9.5. Мониторинг безопасности формирования отвалов	653
Список рекомендуемой литературы.....	663