

А.М. Гальперин
В.С. Зайцев

IV

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

*Допущено Учебно-методическим объединением
вузов Российской Федерации по образованию
в области горного дела в качестве учебника
для студентов вузов, обучающихся
по направлению «Горное дело»*

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»
2011

ГЕОЛОГИЯ



УДК 624.131(075.8)

ББК 26.3

Г 17

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.014367.12.10

Экспертиза проведена Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области горного дела (письмо № 51-63/6 от 09.06.2009 г.)

Рецензенты:

- кафедра геологии и гидрогеологии Московского государственного открытого университета (зав. кафедрой д-р геол.-минер. наук, проф. С.С. Бондаренко);
- проф., д-р техн. наук В.И. Стрельцов (ФГУП «ВАОГЕМ»)

Гальперин А.М., Зайцев В.С.

Геология: Часть IV. Инженерная геология: Учебник для вузов. — М.: издательство «Горная книга», 2011. — 559 с.: ил.

ISBN 978-5-98672-158-3 (в пер.)

Изложены основные сведения из инженерной петрографии (грунтоведения): характеристики состава, строения, состояния и свойств горных пород и грунтов. Рассмотрены современные представления об особенностях массива горных пород и методах его исследования. Приведена методика изучения инженерно-геологических условий территорий освоения, а также технические характеристики современного оборудования, используемого для данных целей. Проанализированы характерные этапы составления прогнозных оценок условий разработки месторождений полезных ископаемых и строительства подземных сооружений.

А.М. Гальперин — д-р техн. наук, профессор; *В.С. Зайцев* — канд. техн. наук, профессор (кафедра геологии Московского государственного горного университета).

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Горное дело».

УДК 624.131(075.8)

ББК 26.3

ISBN 978-5-98672-158-3



9 785986 721583

© А.М. Гальперин, В.С. Зайцев, 2011

© Издательство «Горная книга», 2011

© Дизайн книги. Издательство
«Горная книга», 2011

*Памяти учителя, профессора
Пантелеймона Николаевича Панюкова
посвящается*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Инженерная геология входит в состав научных дисциплин, направленных на изучение геологических условий производства разнообразных инженерных работ, связанных в первую очередь с разработкой месторождений полезных ископаемых и строительством подземных сооружений. Богатый опыт горно-строительных и горно-эксплуатационных работ убедительно свидетельствует, что недостаточное знание гидрогеологической и инженерно-геологической обстановки и неумение оценивать ее с технологических позиций приводят к неритмичности в работе горных предприятий, а порой и к аварийным ситуациям. Вместе с тем всесторонний учет гидрогеологических и инженерно-геологических факторов, формирующих геологическую среду, позволяет не только выявить возможность улучшения технико-экономических показателей работы горно-технических объектов, но и способствует разработке эффективных инженерных мероприятий по поддержанию их в сложных горно-геологических условиях.

Подготовка инженеров по горно-технологическим специальностям предусматривает изучение цикла геологических дисциплин, включающего в себя «Основы геологии», «Месторождения полезных ископаемых», «Гидрогеология», «Инженерная геология» и «Горно-промышленная геология».

В предлагаемом учебнике «Инженерная геология» выделены четыре раздела, дающие представления о характерных инженерно-геологических свойствах горных пород, структурных особенностях толщ (массивов) горных пород, геодинамическом состоянии осваиваемых территорий, принципах прогнозирования

ния поведения геологической среды в ходе ведения горных работ и эксплуатации горно-технических объектов.

Такой многосторонний обзор состояния геологической среды способствует принятию обоснованных технологических, а при необходимости и специальных мероприятий, обеспечивающих безопасность ведения работ, их экономическую эффективность и отвечающую современным нормативным показателям экологическую ситуацию.

При подготовке рукописи к печати были приняты во внимание замечания и пожелания, полученные на изданный в 1989 г. учебник «Гидрогеология и инженерная геология» (авт. А.М. Гальперин, В.С. Зайцев, Ю.А. Норватов).

Авторы выражают также благодарность В.П. Зервандовой, И.А. Честной, А.В. Яшиной и С.А. Пуневскому за помощь в подготовке рукописи к изданию.

Авторы признательны А.Е. Королькову, Т.В. Дубровской, Ю.И. Кутепову, Е.С. Оксенкругу, М.Н. Тавостину и М.М. Хайрутинову за предоставленные цветные фотографии.

Отзывы просим направлять по адресу: Москва, Ленинский проспект, 6, МГГУ, кафедра геологии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ	7
РАЗДЕЛ I. ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕТРОГРАФИЯ	15
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ПЕТРОГРАФИИ.....	17
§ 1. Принципы изучения горных пород	17
§ 2. Инженерно-геологические классификации горных пород	24
Контрольные вопросы.....	43
ГЛАВА 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ ПОРОД.....	44
§ 1. Вещественный состав и структурно-текстурные особенности	44
§ 2. Трещиноватость и выветрелость твердых горных пород....	62
§ 3. Водно-физические свойства	76
§ 4. Механические свойства	81
§ 5. Специальные горно-технические характеристики.....	112
Контрольные вопросы.....	121
ГЛАВА 3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛИНИСТЫХ (СВЯЗНЫХ) ГОРНЫХ ПОРОД.....	122
§ 1. Общие сведения.....	122
§ 2. Вещественный состав и структурно-текстурные особенности	124
§ 3. Водно-физические свойства	134
§ 4. Механические свойства.....	145
§ 5. Специальные горно-технические характеристики	167
Контрольные вопросы.....	180
ГЛАВА 4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗДЕЛЬНОЗЕРНИСТЫХ ПОРОД	181
§ 1. Вещественный состав и структурно-текстурные особенности	181
§ 2. Водно-физические свойства	185
§ 3. Механические свойства	189
Контрольные вопросы.....	200

ГЛАВА 5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРНЫХ ПОРОД И ОТЛОЖЕНИЙ ОСОБОГО СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ	201
§ 1. Общие сведения.....	201
§ 2. Мерзлые горные породы.....	206
§ 3. Насыпные техногенные грунты	217
§ 4. Намывные техногенные грунты.....	229
§ 5. Техногенные отложения отходов городских агломераций	238
§ 6. Способы изменения состояния и свойств горных пород ..	246
Контрольные вопросы.....	258

РАЗДЕЛ II. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД..... 259

ГЛАВА 6. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД..... 261

§ 1. Понятие о массиве горных пород	261
§ 2. Элементы инженерно-геологической структуры массива	263
§ 3. Структурно-механические классификации массивов горных пород	279
Контрольные вопросы.....	290

ГЛАВА 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД В МАССИВЕ 291

§ 1. Факторы, определяющие различие свойств породы в образце и массиве	291
§ 2. Натурные методы определения свойств горных пород.....	303
Контрольные вопросы.....	339

ГЛАВА 8. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 341

§ 1. Массивы пород и месторождения полезных ископаемых	341
§ 2. Инженерно-геологические особенности угольных месторождений	344
§ 3. Инженерно-геологические особенности рудных месторождений	350
Контрольные вопросы.....	361

РАЗДЕЛ III. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА	363
ГЛАВА 9. ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ПРОИЗВОДСТВА ГОРНЫХ РАБОТ	365
§ 1. Содержание и задачи инженерной геодинамики	365
§ 2. Экзогенные геологические процессы	367
§ 3. Эндогенные геологические процессы	376
§ 4. Общая характеристика горно-геологических явлений.....	386
Контрольные вопросы.....	392
ГЛАВА 10. ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ	393
§ 1. Классификация горно-геологических явлений	393
§ 2. Факторы, влияющие на устойчивость откосных сооружений.....	401
§ 3. Оползневые деформации на подрабатываемых склонах ..	408
§ 4. Техногенный карст	415
Контрольные вопросы.....	421
ГЛАВА 11. ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ	422
§ 1. Классификация горно-геологических явлений	422
§ 2. Сдвигение горных пород.....	424
§ 3. Опускание и обрушение кровель в выработанное пространство	432
§ 4. Выдавливание пород	436
§ 5. Горные удары.....	440
§ 6. Внезапные выбросы пород, угля, газа	446
§ 7. Деформации массива вследствие глубокого водопонижения	452
§ 8. Деформации породных отвалов угольных шахт и солеотвалов	458
§ 9. Внезапные прорывы воды в горные выработки	466
Контрольные вопросы	476
РАЗДЕЛ IV. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ	477
ГЛАВА 12. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРНОМ ДЕЛЕ	479

§ 1. Требования к инженерно-геологической изученности горных пород и массивов	479
§ 2. Состав инженерно-геологических изысканий	485
§ 3. Инженерно-геологические исследования при разработке месторождений открытым способом.....	490
§ 4. Инженерно-геологические исследования при подземной разработке месторождений и подземном строительстве	497
§ 5. Инженерно-геологические исследования при строительстве подземных сооружений	500
Контрольные вопросы.....	510
ГЛАВА 13. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОСВОЕНИЯ НЕДР	511
§ 1. Цель и задачи прогнозирования.....	511
§ 2. Методы инженерно-геологических прогнозов.....	515
§ 3. Инженерно-геологическое районирование объектов горного производства.....	520
§ 4. Инженерно-геологическое изучение намывных массивов	529
§ 5. Прогнозирование инженерно-геологических процессов при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых	537
Контрольные вопросы	545
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	546
АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	552