



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**В.Н. Долгоносов, О.В. Старостина,
Х.М. Касымканова, Н.Б. Бахтыбаев,
А.В. Михнев**

ГЕОМЕХАНИКА

Практический курс

Караганда 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**В.Н. Долгоносов, О.В. Старостина,
Х.М. Касымканова, Н.Б. Бахтыбаев,
А.В. Михнев**

ГЕОМЕХАНИКА
Практический курс

*Рекомендовано Министерством образования и науки
в качестве учебника для студентов вузов*

Караганда 2018

УДК 622.01:528
ББК 33.11
Д 64

Утверждено Ученым советом КарГТУ

Рецензенты:

- К.К. Элиманов** - доктор технических наук, профессор,
директор ГОО «КазНИМИ»;
В.Ф. Демин - доктор технических наук, профессор кафедры
РМПИ КарГТУ;
Т.К. Исабек - доктор технических наук, профессор кафедры
РМПИ КарГТУ.

Долгоносов В.Н.

Д 64 Геомеханика. Практический курс : Учебник /
В.Н. Долгоносов, О.В. Старостина, Х.М. Касымканова, Н.Б.
Бахтыбаев, А.В. Михнев; Карагандинский государственный
технический университет, - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. - 122 с.

ISBN 978-9965-38-354-0

Учебник «Геомеханика. Практический курс» написан в соответствии с требованиями типовой учебной программы для высших учебных заведений. Рассмотрены вопросы, связанные с изучением напряженно-деформированного состояния горного массива, теориями прочности горных пород и горным давлением. Изложены основы методов расчета напряжений в окрестности горных выработок, нагрузок на крепь и устойчивости породных массивов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным и открытым способами. Учебник является дополнением к учебной литературе. Его целью служит получение практических навыков студентов, магистрантов и докторантов специальностей «Горное дело», «Геотехника» и «Маркшейдерское дело».

УДК 622.01:528
ББК 33.11

ISBN 978-9965-38-354-0

© Долгоносов В.Н., Старостина О.В.,
Касымканова Х.М., Бахтыбаев Н.Б.,
Михнев А.В.

Геомеханика - наука о поведении горных пород и массивов, их равновесии и разрушении под влиянием различных нагрузок. Задачей геомеханики является изучение процессов, происходящих в массиве при строительстве и эксплуатации подземных сооружений. Геомеханика является междисциплинарной наукой, включающей следующие основные вопросы:

- изучение физико-механических свойств массива (прочностные и деформационные характеристики);
- гипотезы о напряженно-деформированном состоянии ненарушенного массива;
- механическое поведение массива при деформировании, пластичности и разрушении;
- горное давление и его распределение;
- изучение процессов, происходящих при разработке месторождений полезных ископаемых;
- устойчивость и безопасность подземных сооружений;
- теории разрушения массивов;
- численные методы решения задач геомеханики (МКЭ, МГЭ).

Геомеханика рассматривает различные типы напряженно-деформированного состояния массива, его физические характеристики являются основой для выбора методов разработки месторождений. Для решения перечисленных задач широко применяются теоретические и экспериментальные методы. Развитие компьютерных технологий дало мощный импульс развитию геомеханики и ее приложений. Специальные программы стали доступными для исследования и расчета. К экспериментальным методам относятся лабораторные и натурные исследования. Изучение деформаций горных пород, их разрушения под действием горного давления. Здесь используются современные методы для обработки и интерпретации данных, временные лазерные методы измерения деформаций при маркшейдерской практике».

ВВЕДЕНИЕ

Геомеханика - наука, изучающая механические свойства горных пород и массивов, их равновесие, напряженно-деформированное состояние и разрушение под влиянием природных и техногенных факторов.

Задачей геомеханики является изучение механических процессов, происходящих в массиве горных пород в результате техногенной деятельности при строительстве и разработке месторождений полезных ископаемых [1].

Геомеханика является комплексной дисциплиной и включает в себя следующие основные вопросы:

- изучение физико-механических свойств горных пород в образце и массиве (прочностные и деформационные характеристики);
- гипотезы о напряженном состоянии массива (природное напряженное состояние ненарушенного массива и нарушенного горными работами);
- механическое поведение горных пород (линейное и нелинейное деформирование, пластичность, реологические характеристики пород);
- горное давление и его проявления;
- изучение процессов сдвижения горных пород и земной поверхности при разработке месторождений полезных ископаемых;
- устойчивость искусственных обнажений горных пород в связи с разработкой месторождений и строительством;
- теории разрушения горных пород и массивов;
- численные методы анализа напряженно-деформированного состояния массива (МКЭ, МГЭ, конечно-разностные методы).

Геомеханика рассматривает механические - прочностные и деформационные характеристики горных пород. Механические характеристики являются основой для выполнения всех геомеханических расчетов, поэтому вопросы совершенствования методики и повышения надежности их определения являются весьма актуальными.

Для решения перечисленных задач в геомеханических исследованиях широко применяются теоретические и экспериментальные методы.

Развитие компьютерных технологий в последние годы придало мощный импульс развитию теоретических методов численного моделирования и анализа. Специальные пакеты прикладных программ (Rocscience и др.) стали доступными для исследователей и широкого круга пользователей.

К экспериментальным методам относятся традиционные способы лабораторных и натурных исследований физико-механических характеристик горных пород, инструментальные маркшейдерские наблюдения за деформациями горных выработок и различными формами проявления горного давления. Здесь также широко применяются компьютерные методы для обработки и интерпретации результатов исследований, а также современные лазерные приборы и сканирующие системы, применяемые в маркшейдерской практике.

торной работы 14

значение, МПа	Угол внутреннего трения, градус
2,5	23
3,0	21
3,9	18
4,3	20
4,5	17
4,7	16
4,8	22
4,9	24
5,0	19
5,5	17
6,4	21
6,6	23
7,8	18
8,0	16
9,6	20
10,5	22
10,8	25
11,3	19
11,7	17
11,8	21

Список использованных источников

1. Долгоносов В.Н. Геомеханика. Учебное пособие. – Караганда, издательство КарГТУ, 2006. - 91 с.
2. Долгоносов В.Н., Старостина О.В., Низаметдинов Ф.К. Управление состоянием горного массива. Учебник. – Караганда, издательство КарГТУ, 2015. – 196 с.
3. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М.: Высшая школа, 1968. - 512 с.
4. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. – М.: Издательство «Горная книга», 2006г. – 391 с.
5. Борщ - Компониец В.И. Практическая механика горных пород. – М.: Издательство «Горная книга», 2013. – 322 с.
6. Долгоносов В.Н., Пак Г.А., Дрижд Н.А., Алиев С.Б., Низаметдинов Ф.К. Геомеханические и газодинамические процессы в угольных шахтах. – Караганда, издательство КарГТУ, 2012. – 204 с.
7. Халимендик Ю.М., Заболотная Ю.А. Основы геомеханики. Практикум к выполнению лабораторных работ. – Днепрпетровск, Национальный горный университет, 2013. – 126 с.
8. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М.: Высшая школа, 1982. – 511 с.
9. ГОСТ 21153.5 - 88. Породы горные. Метод определения предела прочности при срезе со сжатием. - М.: Стройиздат, 1988. - 7 с.
10. E. Hoek. Practical rock Engineering. – www.rockscience.com, 2006
11. Hoek E., C. Carranza-Torres, and B. Corkum. 2002. Hoek-Brown criterion – 2002 edition. In Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symposium and the 17th Tunnelling Association of Canada: NARM-TAC 2002, Toronto, Canada, eds. R.E. Hammah et al, Vol. 1, p. 267-273.
12. Х. Бок. Введение в механику скальных пород. - М.: Мир, 1983. - 276 с.
13. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа // МУП СССР. – М.: Недра, 1977. – 159 с.
14. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа // Министерство энергетики и угольной промышленности РК. 1995. – 92 с.

Содержание

	Введение.....	3
1	ЗАДАНИЕ 1. Исследование плоского напряженно-деформированного состояния.....	5
2	ЗАДАНИЕ 2. Исследование объемного напряженного состояния в точке массива.....	8
3	ЗАДАНИЕ 3. Исследование объемного деформированного состояния в точке массива.....	19
4	ЗАДАНИЕ 4. Определение напряжений на контуре и в окрестности горной выработки круглого сечения	32
5	ЗАДАНИЕ 5. Расчет размеров зоны неупругих деформаций в окрестности горной выработки.....	38
6	ЗАДАНИЕ 6. Построение зон повышенного горного давления (ПГД) на угольных шахтах.....	44
7	ЗАДАНИЕ 7. Построение зон защиты при обработке свит пластов на угольных шахтах.....	55
8	ЗАДАНИЕ 8. Определение действующих напряжений в массиве методом гидроразрыва скважин.....	64
9	ЗАДАНИЕ 9. Определение действующих напряжений в массиве методом торцевой разгрузки.....	69
10	ЗАДАНИЕ 10. Определение нагрузок на целики при камерно-столбовой системе с обрушением кровли.....	72
11	ЗАДАНИЕ 11. Лабораторные исследования прочностных характеристик горных пород.....	76
12	ЗАДАНИЕ 12. Оценка прочностных и деформационных характеристик породных массивов с помощью программы RocLab.....	84
13	ЗАДАНИЕ 13. Моделирование напряженно-деформированного состояния в окрестности горной выработки с помощью программы Phase 2.....	92
14	ЗАДАНИЕ 14. Моделирование состояния и расчет устойчивости откосов в программе slide.....	107
	Список использованных источников.....	121
	Содержание.....	122

Учебное издание

Долгоносов Виктор Николаевич

Старостина Ольга Васильевна

Касымканова Хайни – Камаль Михайловна

Бахтыбаев Нурбол Бахтыбаевич

Михнев Андрей Васильевич

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ ГОРНОГО МАССИВА

Подписано в печать 26.11.2018г.

Формат 60 x 90 x 16. Объем 7,6 печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 1625.

Издательство «Санат-полиграфия».
100027, Караганда, ул. Терешковой, 41

.....	1
ряженно-	3
.....	5
пряжен-	8
.....	19
еформи-	19
.....	32
контуры	32
сечения	32
упругих	38
.....	38
ценного	44
.....	44
ы при	55
.....	55
напря-	64
зи.....	64
напря-	69
.....	69
делики	72
чением	72
.....	72
ования	76
.....	76
форма-	84
ов с	84
.....	84
енно-	92
орной	92
.....	92
расчет	107
.....	107
.....	121
.....	121
.....	122