

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Сборник трудов
Третьей международной научной конференции
9–14 сентября 2002 г.
Абаза (Хакасия)

Под редакцией
академика *К.Н. Трубецкого*,
доктора технических наук, профессора *С.Д. Викторова*



НОВОСИБИРСК
“НАУКА”
2003

УДК 622.235
ББК 33.13
Ф 48

Физические проблемы разрушения горных пород: Сб. тр. Третьей междунар. науч. конф., 9–14 сент. 2002 г., Абаза (Хакасия). — Новосибирск: Наука, 2003. — 288 с.
ISBN 5–02–032057–9.

В сборнике представлены работы участников конференции по вопросам: теоретические проблемы разрушения горных пород, технологические проблемы разрушения в процессах горного производства, взрывчатые вещества и средства механизации их применения, экологическая безопасность при разработке месторождений.

Сборник предназначен для специалистов по разрушению горных пород, а также преподавателей вузов.

Physical Problems of Rock Breaking: Proc. Third Intern. Sci. Conf., Sept. 9–14, 2002, Abaza (Khakassiya). — Novosibirsk: Nauka, 2003. — 288 p.

The book contains articles of the conference members in the following spheres: theoretical problems of rock breaking, technological problems of breaking in mining production, explosives and means of their application mechanization, environmental safety in deposit mining.

The book is of interest for specialists in rock breaking and lecturers of higher technical institutions.

Научные редакторы

доктор технических наук **А.А. Еременко**, доктор технических наук **В.М. Закалинский**

Рецензенты

доктор технических наук *О.Б. Кортелев*
доктор технических наук *Ю.А. Рыжков*
кандидат технических наук *В.А. Еременко*

Утверждено к печати Ученым советом Института горного дела СО РАН

Без объявления

ISBN 5–02–032057–9

© Институт проблем комплексного освоения недр РАН, 2003
© Институт горного дела СО РАН, 2003
© Оформление. “Наука”. Сибирская издательская фирма РАН, 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

9–14 сентября 2002 г. в г. Абаза (Республика Хакасия) состоялась Третья международная научная конференция “Физические проблемы разрушения горных пород”. В ее открытии и проведении участвовали: Н.И. Байбородов — генеральный директор ООО “Абаканское рудоуправление”, И.И. Вишневецкий — член Правительства Республики Хакасия, С.Д. Викторов — заместитель председателя оргкомитета конференции, профессор.

Конференция, утвержденная решением Отделения наук о Земле РАН в качестве постоянно действующей, проведена Институтом проблем комплексного освоения недр (ИПКОН) РАН и Институтом горного дела (ИГД) СО РАН совместно с Российским фондом фундаментальных исследований, Госгортехнадзором России, Институтом динамики геосфер РАН (ИДГ РАН), Московским государственным горным университетом (МГГУ), Научно-учебным центром фундаментальных и прикладных исследований в области горного дела ИПКОН РАН и МГГУ, Академией горных наук на базе Абаканского рудоуправления (Республика Хакасия).

На конференции представлены результаты фундаментальных, теоретических и экспериментальных исследований процессов разрушения горных пород при различных видах воздействия, современных математических моделей описания разрушения горных пород, методов расчета действия взрыва, разработки и применения взрывчатых веществ и технологий взрывных работ, экологической безопасности при добыче полезных ископаемых, нетрадиционных способов разрушения горных пород с целью наметить пути и перспективы развития горного производства в условиях рыночной экономики.

Тематика конференции вызвала большой интерес широкого круга специалистов. В ее работе приняли участие 115 представителей 62 организаций России, Китая, Украины, Узбекистана и Казахстана. С пленарным докладом “Концепция развития буровзрывных работ на подземных рудниках” выступили К.Н. Трубецкой, С.Д. Викторов, В.М. Закалинский. По регламенту проведения конференции на пленарном заседании были заслушаны доклады представителей ряда стран и организаций, осветивших вопросы разработки и применения порошкообразного эмульсионного ВВ (Ван Сюй-гуань, Китай); проблемы детонации и взрыва гетерогенных ВВ (К.К. Шведов, ИПХФ РАН); развития буровзрывных работ при подземной разработке рудных месторождений (А.А. Еременко, Н.И. Байбородов, С.В. Фефелов, А.П. Гайдин, И.В. Машуков — различные организации Сибирского региона); особенности применения эмульсионного ВВ украинита-ПМ и закономерности разрушения горных пород при его взрывании (Р.С. Крысин, Украина); экологические проблемы работы горных предприятий и системы охраны природы (К.Н. Трубецкой, Ю.П. Галченко, И.И. Вишневецкий — ИПКОН РАН, Правительство Республики Хакасия).

Работа конференции проводилась по трем секциям: теоретические проблемы разрушения горных пород, технологические проблемы разрушения в процессах горного производства, экологическая безопасность при разработке месторождений.

В области теоретических и технологических проблем разрушения горных пород в процессах горного производства отмечены следующие результаты ряда научно-исследовательских институтов и учебных университетов.

Разработана новая концепция совершенствования буровзрывных работ на подземных рудниках, которая базируется на идее значительного сокращения числа массовых взрывов на горных предприятиях при той же годовой добыче за счет увеличения масштаба взрывных работ и применения концентрированных зарядов большой массы. Предложена классификация горных пород по эффективности взрывной отбойки разного масштаба. Разработана программа автоматизированного проектирования буровзрывных работ, использующая компьютерную базу данных о карьере для расчета параметров буровзрывных работ, а также обеспечивающая полный набор проектной документации.

Установлены новые особенности проявления динамических явлений в массиве в зависимости от энергии взрывов и очередности взрывания. Снижение их интенсивности, отвечающее безопасному уровню ведения горных работ, достигается редкой периодичностью проведения крупномасштабных взрывов, а также последовательностью и скоростью выпуска горной массы на рудных месторождениях в Алтае-Саянской горной области. На основе совместных теоретических и экспериментальных исследований ИПКОН РАН, ИГД СО РАН, ВостНИГРИ, Абаканского и Таштагольского рудоправлений обоснована технико-экономическая целесообразность отбойки руд концентрированными зарядами большой мощности. Разработаны конструкции таких зарядов, технология их формирования, рациональные параметры размещения в отбиваемом массиве, способы и условия эффективного взрывания, обеспечивающие качественное дробление горной массы и защиту от сейсмического воздействия взрывов прилегающих объектов.

Установлены обобщенные закономерности разрушения горных пород при шарошечном и ударно-вращательном способах бурения шпуров и скважин, которые позволили дать оценку целесообразности применения отечественной и зарубежной техники на карьерах разной производительности.

Разработано низкочувствительное наливное эмульсионное ВВ, не содержащее газовых пузырьковых включений, сенсibilизированное высокоэнергетической металлической добавкой (ферросилицием). Для этого ВВ (украинит-ПМ) на базе оборудования для изготовления и заряжания горячелюющих акваторов создана промышленная технология изготовления и применения, что существенно снижает капитальные вложения при переходе от тротилсодержащих акваторов к эмульсионному ВВ. Разработана математическая модель расчета гранулометрического состава в зависимости от типа ВВ и прочностных характеристик массива.

Сформулированы основные положения концепции экологической безопасности при освоении минеральных ресурсов недр в интересах устойчивого развития природы и общества. Изучены экологические особенности и определены основные направления развития геотехнологии освоения маломасштабных месторождений.

Отмечена необходимость концентрации внимания исследователей на следующих приоритетных научных направлениях:

- теоретические и экспериментальные исследования методов управления распределением энергии взрыва в отбиваемом массиве и за его контуром при применении концентрированных зарядов большой мощности для дробления больших объемов горных пород;
- разработка современных методов комплексного определения физических свойств горных пород реального массива и изучение возможности целенаправленного их изменения с целью повышения эффективности технологических процессов;
- исследование физико-механических процессов, создание новых методов и средств разрушения горных пород при бурении шпуров и скважин, образовании полостей;
- контроль качества и оперативного измерения параметров детонации при изготовлении промышленных ВВ на местах применения. Разработка методов оценки взрывной эффективности и безопасности ВВ местного изготовления с доведением их до стандартных методов испытаний;
- разработка математических моделей и численных методов исследования физических процессов при взрыве зарядов различных конструкций в сложных условиях взрывания с целью максимального учета и удовлетворения требований к взрыву со стороны геотехнологий;
- создание для подземных условий буровой техники нового поколения с высокой объемной скоростью бурения взрывных скважин для концентрированных зарядов, механизацией и автоматизацией вспомогательных процессов;
- разработка методов и средств локального действия взрыва для проведения специальных видов взрывных работ при использовании конверсионных взрывчатых материалов разного агрегатного состояния;
- исследование реакции естественной биоты Земли на действие техногенных факторов горного производства и создание на этой основе методологической базы для нормирования изъятия компонентов природной среды и техногенной нагрузки на нее при освоении недр;

Итоги работы секций были подведены на последнем пленарном заседании, на котором принято Решение конференции. Участники конференции имели возможность ознакомиться с работой шахты Абаканского рудоправления, установить взаимные творческие контакты.

Проведение международных конференций по физическим проблемам разрушения горных пород стало хорошей традицией и надеемся, что она будет продолжена.

Председатель оргкомитета
академик РАН *К.Н. Трубецкой*

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ (Трубецкой К.Н.)	5
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	9
Трубецкой К.Н., Викторов С.Д., Закалинский В.М. Концепция развития буровзрывных работ на подземных рудниках	11
Адушкин В.В., Гарнов В.В., Христофоров Б.Д. Изучение характера разрушений при возможных аварийных взрывах ВВ на основе анализа действия экспериментальных взрывов эквивалентной массы	16
Шведов К.К. Процессы детонации и взрыва гетерогенных конденсированных взрывчатых веществ	19
Ракишев Б.Р. Физико-технические основы взрывной подготовки горных пород к выемке	24
Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Противоречия современной геоэкологии и пути их разрешения	30
Крسمанович И., Трайкович С. Технология взрывания с воздушными промежутками на известняковых карьерах	35

СЕКЦИЯ № 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД	37
Викторов С.Д., Казаков Н.Н., Кочанов А.Н. Автоматизированное проектирование массовых взрывов на карьерах	39
Крюков Г.М., Стадник В.В. Закономерности разрушения трещиноватых сред при взрывах зарядов промышленных ВВ	42
Крюков Г.М. Разрушение горных пород при ударно-вращательном и шарошечном способах бурения взрывных шпуров и скважин	46
Серяков В.М., Волченко Г.Н., Ермак Г.П. Оценка влияния параметров блоков на характер перераспределения напряжений в горном массиве при взрывании зарядов ВВ	50
Крысин Р.С., Новинский В.В. Расчет гранулометрического состава горной массы с учетом типа ВВ и прочностных характеристик массива	54
Егоров П.В., Колпакова Л.А., Мальшин А.А., Бабенко А.В., Бузмаков А.С., Грибанов К.В. Определение некоторых параметров разрушения горных пород методом, основанным на регистрации импульсного электромагнитного излучения	59
Егоров П.В., Колпакова Л.А., Мальшин А.А., Бузмаков А.С., Бабенко А.В., Грибанов К.В. Энерговыделение по параметрам электромагнитного излучения при разрушении зернистых сред	65
Гладырь А.В. Программно-аппаратный комплекс для исследования динамических воздействий на мобильное укрытие при буровзрывных работах	67
Закалинский В.М. Классификация горных пород по эффективности взрывной отбойки разного масштаба	70
Секисов Г.В., Закалинский В.М. Система принципов рациональности разрушения горных пород	73
Секисов Г.В., Викторов С.Д. Состав и типы разрушения горных пород как научно-производственной категории. Основные области применения	77
Фадеев П.Я., Фадеев В.Я. Опыт создания и эксплуатации гидравлических ударных устройств	81
Мирошников В.И. Экспериментальные и численные исследования демпфирующих элементов горизонтального щита для взрывания под укрытием	83
Кузнецов А.П. Модель проникновения химически активной струи в разрушаемый материал	88
Одинцев В.Н., Бунин И.Ж. Разрушение геоматериала с фрактальной структурой	92
Борисов В.Д., Кулаков Г.И., Яковицкая Г.Е. Спектрально-временные матрицы сигналов электромагнитного излучения при разрушении образцов мрамора	95
Яковицкая Г.Е. Прогноз динамических проявлений массива горных пород на основании регистрации сигналов электромагнитного излучения	98
Кулаков Г.И., Устюгов М.Б., Гужова С.В. Напряженное состояние массива в области подготовки землетрясения	101

Кулаков Г.И., Ваганова В.А., Моисеев С.В., Яковицкая Г.Е., Ефремова М.Д. Фоновое электромагнитное излучение подземных горных выработок Таштагольского рудника	103
Наумов А.Н., Клопов В.И., Кулаков Г.И. Исследование деформаций пород полевой выработки	105
Бритков Н.А. Емкостный цилиндрический датчик электромагнитного излучения	108
Гончаров А.И., Куликов В.И., Перепелицын А.И. Акустические волны при карьерных массовых взрывах	110
Красновский А.А. Деформирование пород около выработок с полигональным контуром	115
Шер Е.Н., Александрова Н.И. Оценка влияния работы забойки и проникания газов в среду на разрушающее действие скважинного заряда	117
Шустерман С.А. Применение методов машинного зрения для гранулометрического анализа горных развалов	123
Еременко А.А., Еременко В.А., Гайдин А.П., Фефелов С.В. Исследование реакции массива горных пород на крупномасштабные взрывы	124
Викторов С.Д., Кузнецов А.П., Пыжьянов В.Я. Оценка интенсивности динамического разрушения сплошной среды в условиях предварительного статического нагружения	127

СЕКЦИЯ № 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРУШЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	133
Машуков И.В., Еременко В.А., Фефелов С.В., Матвеев И.Ф., Мюнх А.Ф. Рациональные конструкции вертикальных концентрированных зарядов	135
Казаков Н.Н., Викторов С.Д. Определение параметров развала отбитой взрывом горной массы на карьерах	137
Крысин Р.С., Куприн В.П. Физико-технические и технологические особенности эмульсионного ВВ украинит-ПМ	141
Белин В.А., Потресов Д.К., Львов А.Д. Дистанционное определение степени трещиноватости горного массива на основе теории распознавания несепарабельных образов	146
Дерибас А.А., Решетняк А.Ю. Исследование влияния добавок в виде полых микросфер на скорость детонации различных конденсированных взрывчатых веществ	151
Жученко Е.И., Иоффе В.Б., Кукиб Б.Н., Сундуков И.Ю., Оверченко М.Н. Заряжение глубоких скважин эмульсионными ВВ сибиритами на разрезах Кузбасса	154
Жученко Е.И., Иоффе В.Б., Кукиб Б.Н., Александров Ю.В., Хайрутдинов Ф.Х., Сундуков И.Ю., Жарков А.М. Производство и применение эмульсионных взрывчатых веществ сибиритов на горных предприятиях	158
Кочанов А.Н. К вопросу о выборе интервалов замедления при короткозамедленном взрывании	162
Вахотин А.А., Демченко Н.Г., Франтов А.Е. Новый тип горючего для простейших промышленных ВВ	164
Смирнов С.М., Ермак Г.П., Эйсмонт С.Н. Картирование горных пород Тейского разлома по естественной блочности, дробимости динамической нагрузкой и энергоемкости разрушения взрывом	166
Смирнов С.М., Джалов В.К., Корочкин С.А. Способы взрывной отбойки рудных массивов трещинно-даймовой решетчатой структуры на Казском руднике ООО "Кузнецкий ГОК".	167
Уваров В.Н., Новиков В.Е., Кудряшов А.А., Корочкин С.А., Приб В.В., Писарев Л.Н., Андреев А.В., Ермак Г.П., Терещенков А.А., Фефелов С.В. Способы управления действием взрыва с применением профилированных кумулятивных зарядов	169
Франтов А.Е., Соловьев Б.А., Северов А.Н., Комаров Д.В. Результаты испытаний баллистических ракетных твердых топлив	173
Лукьяничков Л.А. Системы инициирования для горных работ, защищенные от несанкционированного использования	177
Редькин В.А., Бабенко А.В. Мониторинг горных ударов и их прогноз на рудниках Талнаха	180
Шеменев В.Г., Шалыгин Н.К., Шукин Ю.Г., Северов А.Н. Состояние и перспективы внедрения технологии взрывных работ с применением ПВВ на основе утилизируемых боеприпасов	183
Галченко Ю.П., Закалинский В.М., Лысенко О.С. Отбойка руд с учетом напряженно-деформированного состояния слоя	185
Такранов Р.А., Зыков А.В., Жилин В.П. Концепция геологического обеспечения буровзрывных работ на угольных разрезах	189
Лихачев С.А., Турегельдиев В.Д. Опыт применения неэлектрической системы инициирования СИНВ на открытых горных работах	194
Шрепп Б.В. Управление напряженно-деформированным состоянием удароопасного массива горных пород для эффективной взрывной отбойки блоков	198
Павлютенков В.М., Шеменев В.Г., Маторин А.С., Сеницын В.А. Технологические свойства гелеобразных и эмульсионных взрывчатых веществ	202
Котяшев А.А., Маторин А.С., Шеменев В.Г. Схемы доставки взрывчатых материалов на горно-добывающие предприятия	205
Горковенко В.П., Панчишин В.Я. Новые взрывчатые вещества	209
Завьялов Б.М., Сафьянов В.И. Опыт применения гранулита игданит на подземных предприятиях	210
Кочанов А.Н., Ремезов В.В. Некоторые результаты действия взрыва в условиях предварительно статически напряженных горных пород	211

Еременко А.А., Машуков И.В., Никитин В.Н., Фефелов С.В., Матвеев И.Ф. Технология отбойки горного массива вертикальными концентрированными зарядами при массовом обрушении руд	214
СЕКЦИЯ № 3	
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	217
Галченко Ю.П. Экотехнология освоения земных недр	219
Бурцев Л.И., Галченко Ю.П., Сабянин Г.В. Методические подходы к нормированию уровня техногенных изменений гидросферы при подземном освоении недр	226
Папичев В.И. Нагрузка горного предприятия на основные компоненты природной среды	231
Палкин А.Б., Кудряшов В.В. Непрерывное измерение массовой концентрации пылевого аэрозоля радиоизотопным методом	237
Пацкевич П.Г. Геоэкологические аспекты освоения алмазоносных кимберлитовых трубок месторождения им. М.В. Ломоносова	242
Сабянин Г.В. Экологические последствия подземной разработки маломасштабных месторождений	245
Сабянин Г.В. Геотехнологии освоения маломасштабных месторождений. Перспективы развития в условиях экологического императива	249
Яковлев В.Л., Мухаметшин А.М., Скоробогатов С.М. Условно-нормализованная иерархия трещинообразования в физике разрушения техногенных и естественных образований	255
Мухаметшин А.М., Воробьева Л.С., Кадыкова Т.В. Оценка негативного воздействия промышленных взрывов действующего горно-добывающего предприятия на его инфраструктуру под землей и на поверхности	258
Пергамент В.Х., Котляр Т.С., Гончаров Е.В., Овчаров Ю.Е., Алешин А.С. Обеспечение сейсмической безопасности подземных выработок при карьерных взрывах в условиях комбинированной (открыто-подземной) отработки месторождений полезных ископаемых	263
Парамонов Г.П., Виноградов Ю.И., Кирсанов О.Н. Композиция на основе хлората натрия для отбойки камня	265
Ковалевский В.Н., Парамонов Г.П. К вопросу о механизме разрушения горных пород зарядами специальной конструкции	270
Донцул Н.Ф., Журов Г.Н., Монтиков А.В., Плахов А.В., Стеценко В.П. К оценке расслаиваемости пород кровли очистных камер на примере Ленинградского месторождения горючих сланцев	275
Менжулин М.Г., Хохлов С.В., Веденин О.Л. Физико-механическое обоснование направлений по совершенствованию технологий добычи строительного камня	278
РЕШЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ “ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД”	283

Научное издание

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Сборник трудов
Третьей международной научной конференции
9–14 сентября 2002 г., Абаза (Хакасия)

Редакторы *М.Б. Успенская, Л.В. Филитова*. Художественный редактор *Л.В. Матвеева*. Художник *И.С. Попов*. Технический редактор *Н.М. Остроумова*.
Корректоры *Л.А. Анкушева, С.М. Погудина*. Оператор электронной верстки *Н.П. Комписенко*.

Изд. лиц. № 020297 от 23.06.97. Сдано в набор 17.09.03. Подписано в печать 10.12.03. Бумага ВХИ. Формат 60 × 84 1/8. Offsetная печать. Гарнитура Times ET.
Усл. печ. л. 33,5. Уч.-изд. л. 28,4. Тираж 150 экз. Заказ № 82.

Сибирская издательская фирма “Наука” РАН. 630099, Новосибирск, ул. Советская, 18.
СП “Наука” РАН. 630077, Новосибирск, ул. Станиславского, 25.

ISBN 5–02–032057–9

