

Классификация способов разрушения горных пород

Разрушение горных пород - нарушение сплошности природных структур горных пород (минеральных агрегатов, массивов горных пород) под действием естественных и искусственных сил.

Разрушение - сложный физический/физико-химический процесс, характер развития которого зависит от величины и скорости приложения нагрузки, напряженного состояния объекта, его прочности и структурных свойств. В соответствии с этим разрушение может протекать на микро- и макроскопическом уровнях. Микроскопическое разрушение (размеры зоны разрушения до 1 мм) возникает в месте контакта разрушающего элемента с породой и сопровождается разрывом связей между зёрнами или нарушением химических связей в кристалле, микротрещинами, сдвигом вдоль поверхностей скольжения. Макроскопическое разрушение (размеры зоны разрушения 1 см и более) характеризуется развитием одной или многих трещин, нарушающих сплошность массивов в значительных объёмах. Во всех случаях разрушение начинается с процесса на микроскопическом уровне, при определённых условиях приобретающего макроскопические масштабы.

Естественное разрушение происходит в результате гравитационных (оползни, оседания грунтов, обвалы, осыпи), вулканических, глубинных тектонических процессов, выветривания, других природных процессов и явлений. На горных объектах естественное разрушение сопровождается обрушением подземных горных выработок, бортов карьеров и т.п. и представляет собой негативный фактор, влияние которого снижают выбором специальных технологических схем ведения работ, креплением выработок, закреплением грунтов и т.д. С другой стороны, нарушение сплошности полезных толщ (например, под действием горного давления) упрощает процессы выемки, а разрушение породных толщ интенсифицирует дегазацию горных пород.

Искусственное (принудительное) разрушение — основной процесс технологии добывания и переработки твёрдых полезных ископаемых. Осуществляется в результате главным образом механического и взрывного воздействия на горные породы, в меньшей степени — гидравлического, взрыво-гидравлического, термического, электрического, электромагнитного, комбинированного и др. При этом разрушающие нагрузки носят или квазистатический характер (скорости их приложения измеряются единицами или десятками м/с) — возникают при бурении, резании, механическом дроблении, или динамический (сотни и тысячи м/с) — при ударном и взрывном разрушении.

№	Способ разрушения горных пород	Описание
1	Механический	Создание напряжений в горных породах, превышающих предел их прочности. Отделение горных пород от массива происходит непосредственно рабочими органами оборудования.
2	Гидравлический	Отделение горных пород от массива происходит напорной струей воды, подаваемой из гидромонитора, или когда горная порода вместе с водой всасывается земснарядом со дна водоема.
3	Взрывной	Разрушение горных пород под действием давления газов, выделяемых взрывчатыми веществами.
4	Физический	Разрушение или уменьшение прочности горных пород достигается с помощью теплового воздействия, токов высокой частоты, ультразвука и др.
5	Химический	Отделение горных пород от массива достигается посредством их перевода в жидкое или газообразное состояние.
6	Комбинированный	Комбинирование различных способов (например, термомеханическое воздействие, виброэлектромагнитное и т.п.). Используя потоки энергии различных полей, комбинированные воздействия могут уменьшить удельные энергозатраты на разрушение того или иного объема горной породы.

Таблица 1 – Классификация способов разрушения горных пород

Оценка удельных энергозатрат, характерных для каждого из упомянутых способов разрушения горной породы, показывает, что ни один из них не может конкурировать со взрывным. Определенные преимущества некоторых из них возникают только при учете экологических последствий их применения.

Механический способ разрушения горных пород может производиться с различными скоростями силового воздействия. Принято считать, что при скоростях воздействия до 2,5 м/с механический способ называется статическим, а при скоростях выше 2,5 м/с – динамическим.

К динамическому способу разрушения относятся следующие виды:

№	Вид	Описание
1	Вибрационный	Для разрушения горных пород создается принудительное вибрирование рабочего органа, что приводит к уменьшению сил внутренних связей пород и соответственно к снижению тягового сопротивления перемещению машины.
2	Ударный	Разрушение горных пород производится с помощью ударника, обладающего определенной массой и скоростью, т.е. энергией удара.
3	Высокоскоростной	Разрушение прочных горных пород производится с помощью высокоскоростных рабочих органов (скорость резания выше 5 м/с).
4	Импульсный	Разрушение горных пород производится с помощью импульсной техники, основанной на применении энергии взрыва в машинах и механизмах. При этом разрушение может производиться жидкими, твердыми и газообразными передающими средами, непосредственно воздействующими на горную породу и реализующими в импульсной форме энергию взрыва.

Таблица 2 – Виды динамических способов механического разрушения

На горных предприятиях наибольшее распространение получил механический способ разрушения горных пород – до 85% всего объема горных и земляных работ.

Опыт ведения буровзрывных работ показал, что с ростом крепости и абразивности горных пород значительно возрастает трудоемкость их бурения и дробления. Установлено, что с увеличением крепости пород скорость механического бурения снижается, в то же время при термическом воздействии на породу наблюдается обратная картина, т.е. с ростом крепости возрастает и скорость бурения. Это и обуславливает основное направление в поисках эффективных средств и устройств, реализующих принцип теплового воздействия на породу. Конкретные варианты реализации этого принципа имеют большое разнообразие, так как все зависит от принятой схемы контакта источника (генератора) тепла и породы.

В настоящее время разработаны следующие принципиально новые схемы теплового воздействия на горную породу для её разрушения:

№	Схема	Вариант исполнения
1	Контактная передача теплового поля от генератора непосредственно горной породе	Использование тепловых потерь при трении от контактного воздействия инструмента на породу, разрушение с помощью термита, электронагревательный бур и пр.
2	Свободная передача теплового поля от генератора горной породе	Электродуговой бур
3	Воздействие на породу высокотемпературной струей газов	Кислородное копьё, огневое бурение, плазматрон
4	Воздействие лучистой энергии оптической области, основанное на ее поглощении горной породой и последующем переходе в тепловую	Бипараболоидный генератор, эллипсоидный генератор
5	Разрушение горных пород с помощью частиц высокой энергии (электронов, фотонов),	Бур на базе вакуумной электронно-лучевой трубки, лазерный бур

	основанное на том, что при прохождении этими частицами горной породы их кинематическая энергия в результате торможения переходит в тепловую	
6	Контактная передача преобразуемой энергии породе и её разрушение при электрическом пробое	Импульсный высоковольтный разрядник, высокочастотный контактный нагрев
7	Разрушение пород в переменном электромагнитном поле	Конденсаторные устройства, магнетрон, одновитковый или спиральный индуктор

Таблица 3 – Схемы теплового воздействия на горную породу для её разрушения