

Горные удары

Основные понятия и определения

Динамические проявления горного давления по мощности, интенсивности, характеру проявления и последствиям подразделяются на:

- горно-тектонические удары;
- собственно горные удары;
- микроудары;
- толчки;
- стреляния.

Внешние признаки динамического проявления горного давления:

- интенсивное заколообразование;
- шелушение руд (пород) на контурах выработок и целиков.

Появление динамических форм разрушения массива свидетельствует о наличии упругих пород с хрупким характером разрушения и о высоком уровне действующих напряжений. На участках разрушения массива они достигают или превышают прочность руды (породы).

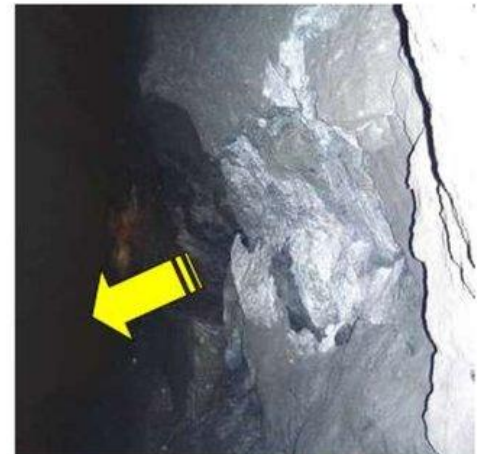
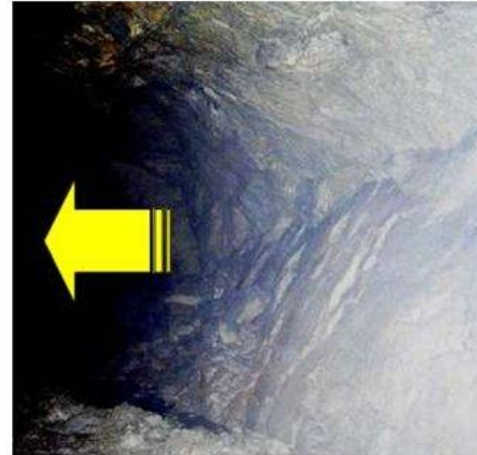
Горно-тектонический удар – мгновенное разрушение руды (породы) в глубине массива, вызывающее хрупкое разрушение в выработках и целиках в форме горного удара, как правило, на больших площадях. Сопровождается сильным сотрясением массива, резким звуком, образованием большого количества пыли и воздушной волной. Сейсмостанциями горно-тектонический удар регистрируется, как техногенное землетрясение. Влечет за собой остановку работы рудника в целом.

Горный удар – мгновенное хрупкое разрушение целика или краевой части массива, проявляющееся в виде выброса руды (породы) в выработку с тяжелыми последствиями: нарушение крепи, смещение машин, механизмов, оборудования, вызывающее нарушение технологического процесса. Удар сопровождается резким звуком, сильным сотрясением горного массива, образованием большого количества пыли и воздушной волной. Влечет за собой остановку работы участка.

Микроудар – мгновенное хрупкое разрушение руды (породы) на контуре выработок или целиков с выбросом в горные выработки без нарушения технологического процесса, возможно локальное нарушение крепи. Сопровождается звуком, сотрясением массива и образованием пыли.

Толчок – хрупкое разрушение руды (породы) в глубине массива без выброса в выработку. Сопровождается звуком, сотрясением массива. Возможно появление пыли, падение заколов, обрушение отдельных участков выработок, шелушение (пород) руд на обнажении, образование трещин в бетонной крепи.

Стреляние – отскакивание от массива линзовидных пластин руды (породы) различных размеров с острыми краями с резким звуком, напоминающим выстрел



Интенсивное заколообразование – возникновение заколов вслед за их оборкой. Происходит по ненарушенному массиву и не связано с трещиноватостью, слоистостью и сланцеватостью. Сопровождается треском. Образующиеся и отделяющиеся при этом плиты повторяют по форме контур выработки;

Шелушение – разрушение руды (породы) по контуру выработки на отдельные пластинки, имеющие, чаще всего, чечевицевидную форму с заостренными краями. Место шелушения в выработке из-за постоянного осыпания пластин всегда выглядит «свежим», не запыленным.



Нарастающий характер динамических проявлений горного давления (повышение частоты, интенсивности, масштабов) связан с ростом величин действующих напряжений и увеличением накопленной в массиве упругой энергии по мере развития горных работ с глубиной или по площади.

Условия возникновения удароопасных ситуаций

Факторы, определяющие возможность возникновения удароопасных ситуаций:

- способность массива горных пород к упругому деформированию и накоплению потенциальной энергии упругих деформаций,
- склонность руд (пород) к хрупкому разрушению,
- высокий уровень напряжений, действующих на нарезных и очистных выработок, в целиках.

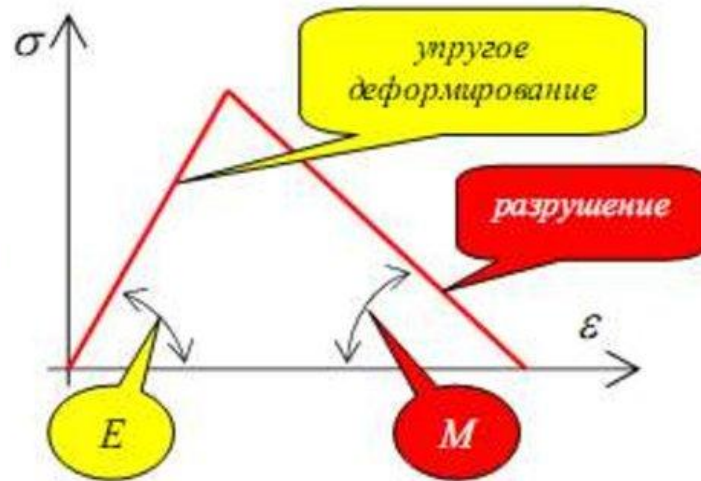
К ***склонным к горным ударам*** относятся месторождения (или их части), в пределах которых имеются руды (породы) с высокими упругими свойствами и хрупким характером разрушения.

Способность массива горных пород накапливать упругую энергию определяется соотношением упругой и полной (упругой и необратимой) деформации в момент разрушения при испытаниях образцов руды (породы) на сжатие. ***Руда (порода) является склонной к горным ударам, если упругие деформации в момент разрушения превышают 70% от полных деформаций (суммы упругих и необратимых деформаций).***

Под хрупким характером разрушения понимается способность пород резко высвободить накопленную в процессе нагружения потенциальную энергию упругих деформаций при достижении ими предельного напряженного состояния. Склонность пород к хрупкому (динамическому) разрушению устанавливается по соотношению модуля упругости E и модуля спада M , который характеризует запредельные деформации разрушающейся породы.

Склонными к горным ударам считаются руды (породы), у которых модуль спада превышает модуль упругости.

Если запредельная ветвь полной диаграммы деформирования круче, чем упругая, т.е. $M/E \geq 1$, то такую породу признают склонной к горным ударам.



Чтобы руды (породы), склонные к горным ударам, стали удароопасными, необходимы высокие действующие напряжения, близкие к прочности горных пород.

К опасным по горным ударам относятся месторождения или те их части (залежи, горизонты), на которых имеются склонные к горным ударам руды (породы), а действующие напряжения на контурах выработок и в конструктивных элементах систем разработки достигают уровня, при котором возможно хрупкое разрушение горных пород.

К удароопасным относят месторождения или те их горизонты, на которых имели место микроудары и горные удары. Глубина, начиная с которой на месторождении появились горные удары, называется **критической глубиной**.

Месторождение	Породы, руды, склонные к горным ударам	Критическая глубина, м
Жезказганское	Серые песчаники	400
Орловское (Жезкентский ГОК)	Сплошные и вкрапленные в кварце полиметаллические, смешанные, медные руды	600
Юбилейно-Снегирихинское (Жезкентский ГОК)	алевролиты, диабазовые порфириды, сплошные и прожилково-вкрапленные руды	900
Артемьевское (ВКМХК)	Кремнистые алевролиты, микроквар-циты, липаритовые порфиры, порфи-риты, сплошные и вкрапленные руды.	1000
Иртышское (филиал ВостокКазмедь)	Сплошные полиметаллические, смешанные, медные руды	600

Прогноз удароопасности участков массива горных пород

По степени опасности возникновения горных ударов участки массива вокруг выработок разделяют на две категории: «Опасно» или «Неопасно». Категории удароопасности определяются локальными методами прогноза.

Категория «Опасно» соответствует такому напряженному состоянию массива в приконтурной части выработки, при котором может произойти горный удар. Такой участок выработки должен быть приведен в неудароопасное состояние. До приведения выработки в неудароопасное состояние запрещается ведение горных работ и передвижение людей, не связанных с проведением профилактических мероприятий.

Категория «Неопасно» соответствует неудароопасному состоянию массива и не требует проведения противоударных мероприятий. При этом сохраняется необходимость прогноза удароопасности.

Локальный прогноз удароопасности участков массива производится одним или несколькими методами, основными из которых являются:

- по дискованию керна при колонковом бурении геологоразведочных или контрольных скважин;
- геофизические способы.

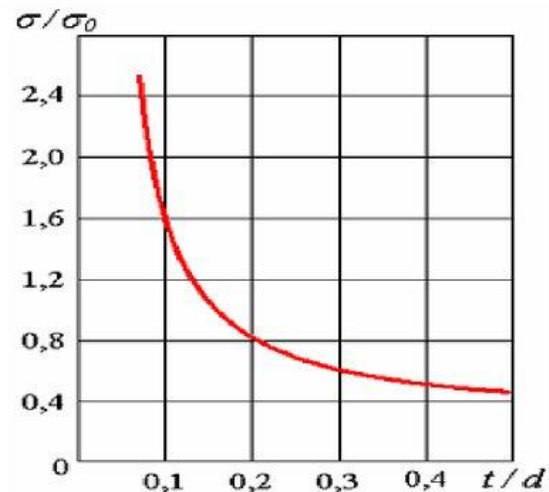
Метод прогноза удароопасности массива по дискованию керн является базовым.

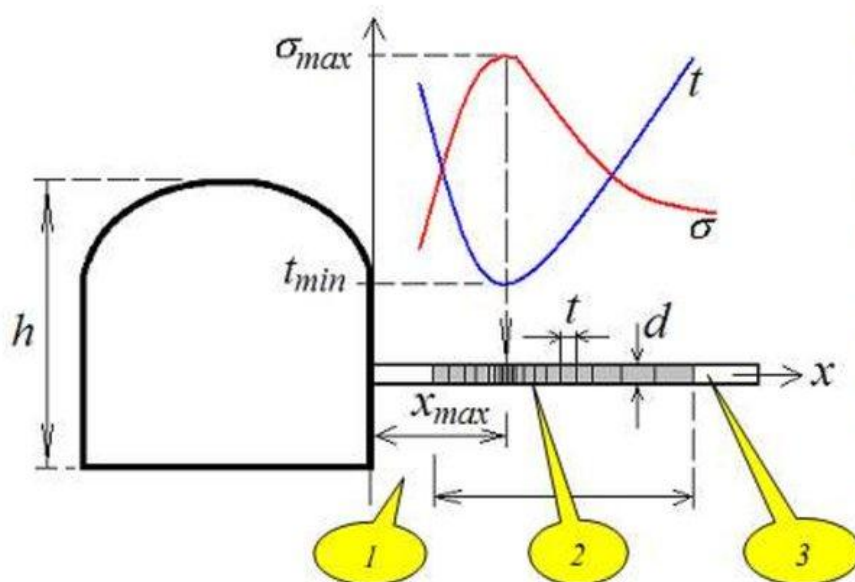
Толщина дисков t , на которые разрушается керн диаметром d , зависит от величины напряжений σ , действующих в массиве по нормали к оси скважины, и от диаметра керна.



Чем больше действующие напряжения, тем интенсивнее процесс образования дисков, тем меньше толщина дисков керна. При равных напряжениях толщина дисков больше у керна большего диаметра.

Величину действующих в массиве напряжений σ определяют в долях от прочности породы на одноосное сжатие σ_0 по соотношению толщины дисков к диаметру керна t/d .





Определение глубины расположения максимальных действующих напряжений от контура выработки по дискованию керна:

1 – защитная зона нарушенных пород вблизи контура выработки, где нет дискования керна;

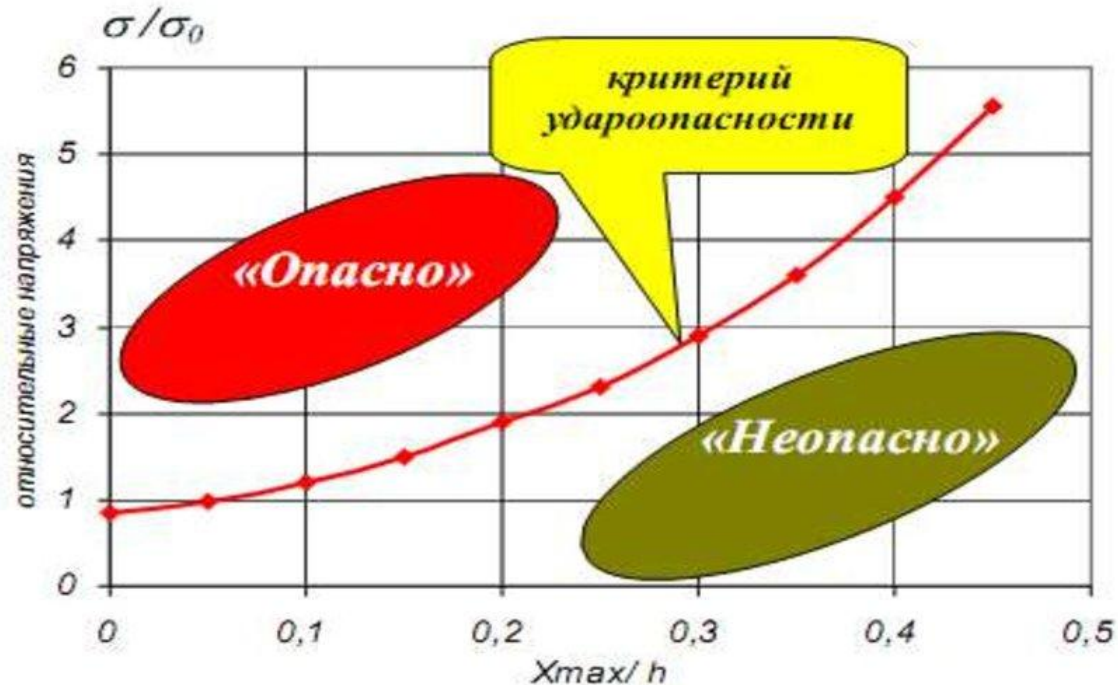
2 – интервал, где наблюдается дискование керна;

3 – контрольная скважина

Категорию удароопасности определяют в следующем порядке:

- по минимальной толщине дисков t_{min} устанавливают глубину x_{max} , на которой в массиве действуют максимальные напряжения σ_{max} ;
- по минимальной толщине дисков, отнесенной к диаметру керна t_{min}/d , с помощью диаграммы находят максимальную величину относительных напряжений σ_{max}/σ_0 , действующих в массиве вблизи контура выработки;

- по параметрам X_{max}/h (где h – высота выработки) и σ_{max}/σ_0 на диаграмму наносят точку и определяется категория удароопасности.



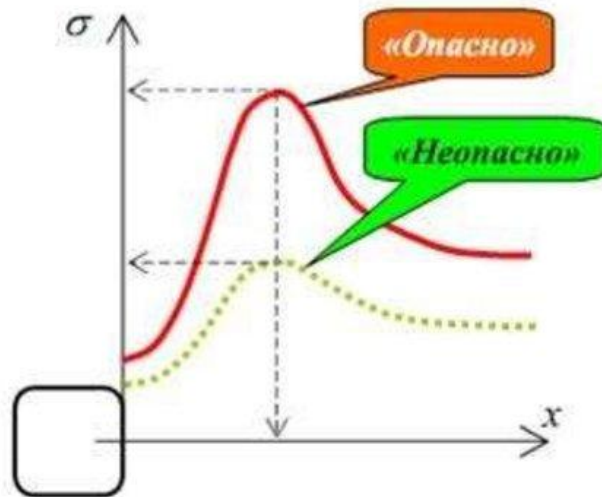
Массив является удароопасным, если высокие напряжения действуют на контуре выработки или в непосредственной близости от него.

Мероприятия по снижению удароопасности выработок

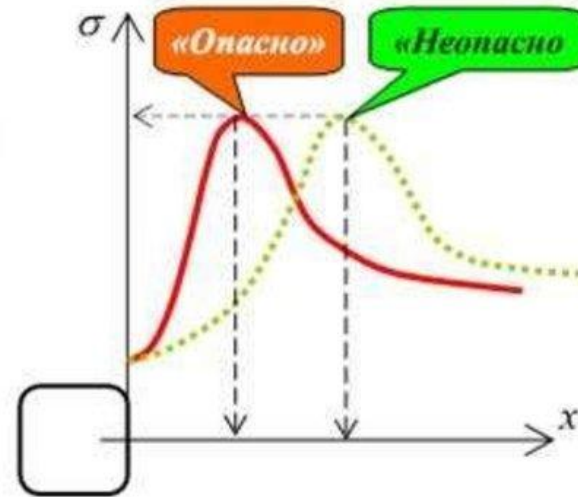
Чтобы привести массив в неопасное состояние, необходимо использовать один из двух принципов:

- или понизить уровень максимальных действующих напряжений вблизи контура выработки,
- или заглубить максимум действующих напряжений глубже в массив.

Первый принцип



Второй принцип



Первый принцип реализуется следующими мероприятиями:

✓ раскройка месторождения на шахтные поля и порядок их отработки должны обеспечивать планомерное извлечение запасов по возможности без образования межшахтных целиков, острых углов и выступов фронта очистных работ;

✓ ограничение встречных и догоняющих фронтов очистных работ;

✓ сокращение применения камерных систем разработки с открытым выработанным пространством;

✓ опережающая отработка защитных залежей (слоев) для создания защищенных зон;

✓ расположение выработок в защищенных зонах;

✓ проходка подготовительных выработок по направлению действия в массиве максимальных горизонтальных напряжений или в пределах «разрешенных» направлений;

✓ исключение выработок, проходка которых должна вестись в «запрещенных» направлениях; при необходимости проходки выработок в

«запрещенных» направлениях их сечению необходимо придавать шатровую форму;

✓ расстояние между ближайшими бортами выработок и камер различного назначения на удароопасных участках должно быть не менее $4D$, где D - наибольший размер поперечного сечения большей выработки;

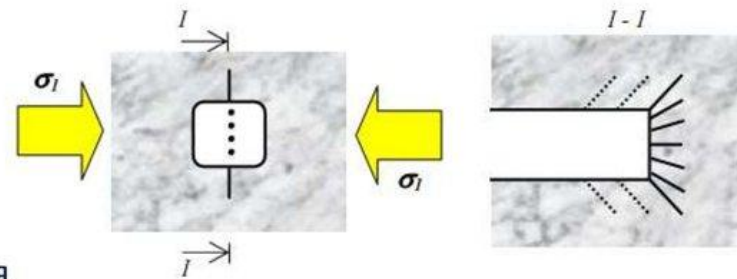
✓ снижение количества выработок, проходимых в зонах опорного давления вблизи фронта очистных работ;

✓ пересечение выработок должно осуществляться, как правило, под прямым или близким к нему углом;

✓ сбойка двух выработок на удароопасных участках с расстояния между забоями 15 м должна вестись одним забоем, второй забой должен быть остановлен. Образующийся при сбойке целик должен быть приведен в неопасное состояние по всей площади.

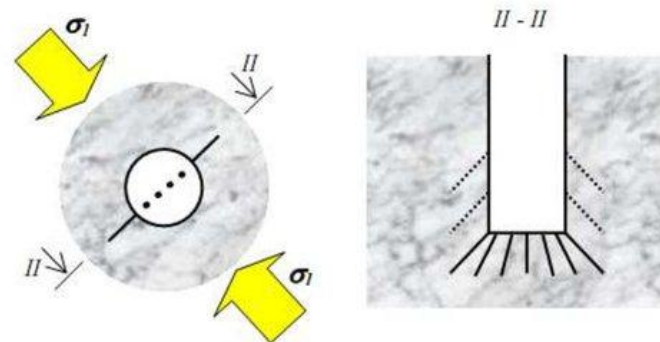
Второй принцип реализуется путем создания защитной зоны с помощью:

- камуфлетного взрывания;
- бурения разгрузочных скважин, щелей, полостей.



Схемы камуфлетного взрывания шпуров для разгрузки горизонтальных напряжений:

- в кровле горизонтальной выработки;
- в стенках восстающих и вертикальных стволов



Ориентировочные расстояния между камуфлетными и компенсационными шпурами.

Глубина шпуров (скважин), м	Диаметр шпуров (скважин), мм			
	43	59	76	105
5	0,27	0,42	0,58	0,86
6	0,25	0,39	0,55	0,83
7	0,24	0,37	0,52	0,80