

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ НАПРАВЛЕННОМ РАСКОЛЕ ГИПСОВЫХ ПОРОД С ПОМОЩЬЮ НЕВЗРЫВНЫХ РАЗРУШАЮЩИХ СМЕСЕЙ

Рассмотрена проблема выбора наиболее эффективного устройства для создания на контуре шпура концентрирующих напряжений при применении невзрывных разрушающих смесей (НРС), позволяющих в дальнейшем создать магистральную трещину между контурными шпурами в ряду и сохранить кровлю камеры от прорыва подземных вод в выработанное пространство. Лабораторные исследования, проведенные на образцах монолита из гипсового порошка и натуральных гипсовых блоков подземного рудника, подтвердили теоретические данные об эффективности использования двояких металлических вставок для направленного раскола гипсовых пород с помощью НРС.

In this article writers have viewed the question of the most effective device for making on a contour of line hole concentrate stresses by nonexplosive disintegrating blend. Concentrate stresses can make a main break among line holes and secure roof from blow of underground water to a stall. As a result of traced laboratory researches on exemplars from pressed flour of gypsum and natural gypsum block from mine have been confirmed theoretical facts about efficient use doubled metal gusset for making directed break in gypsum rocks by non-explosive disintegrating blend.

Характер разрушения горных пород и других минеральных сред невзрывчатыми разрушающими веществами подобен взрывному и отличается лишь возможностью плавного регулирования параметров в широких пределах и передачи энергии. Для отбойки горных пород и направленного разрушения необходимо знать условия, способствующие возникновению раскалывающих напряжений, их величину и механизм направленного раскола.

На основе анализа существующих теорий разрушения горных пород можно предложить специальное устройство для направленного разрушения (концентратор напряжения), помещаемое в шпур. Установлено, что при заполнении шпура расширяющейся смесью конфигурация и размеры металлических вставок существенно влияют на скорость нарастания усилия в шпуре.

Целью лабораторных исследований, проведенных на моделях из гипса, стал выбор наиболее эффективных для раскола конфигурации и размеров вставок, а также

изучение влияния давления, которое передается на стенки шпура, вызывая деформацию породы и образование магистральных трещин.

Изучение эффективности концентраторов напряжений при использовании НРС проводилось в лаборатории «Перспективные технологии» научно-учебного центра «Минеральные ресурсы» с использованием контрольно-измерительной аппаратуры института Промниитехнология на гипсовом материале Новомосковского месторождения гипса. В первой и второй сериях использовались металлические вставки различной конфигурации и с различным соотношением размеров. Первая серия опытных образцов была изготовлена из гипсового материала. Образцы имели круглую форму в сечении, диаметр 160 мм, высоту 200 мм. Углубление в центре каждого образца имело диаметр 30 мм и длину 150 мм. В него устанавливались закладные детали длиной 150 мм. В качестве невзрывчатого разрушающего вещества использовалось НРС-1. Рабочую

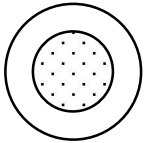
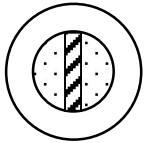
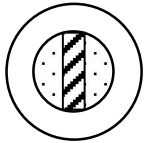
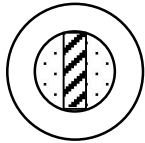
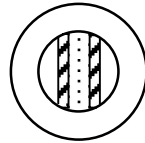

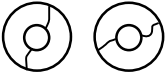

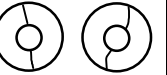
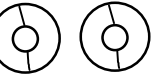
смесь приготовили из расчета 180 г НРС-1 и 60 г воды. Образованные вставкой полости заполняли рабочей смесью.

В журнале наблюдений фиксировались следующие данные: дата и время заливки рабочей смеси НРС в образец, время появления видимых трещин вокруг углубления, направление трещин в плоскости предполагаемого раскола и их раскрываемость. Было установлено, что наилучшие результаты по обеспечению направленного воздействия, т.е. направленного раскола в предполагаемой плоскости раскола, были получены при применении прямоугольных пластин, толщина которых находится в диапазоне от $0,20d$ до $0,35d$ (здесь d – диаметр шпура), так как пластины, толщина которых не превышает $0,20d$ не гарантируют направленного трещинообразования, а пластины, толщина которых превышает $0,35d$, замедляют трещинообразование (см. таблицу). Наиболее эффективное образование направленных трещин дают металлические пластины толщиной около 10 мм для углубления диаметром 30-40 мм.

Во второй серии опытов были использованы натурные гипсовые блоки такого же размера, что и образцы. Размеры углубления оставались прежними. Для такого типа образцов напряженное состояние, соответствующее плоской деформации, следует считать условным.

В качестве концентраторов напряжения использовались металлические вставки различной конфигурации и размеров в сечении. Смесь НРС-1 готовилась за 20 мин до заливки в шпур. После установки металлических вставок в углубления гипсовых блоков в них заливалась смесь НРС. Появление видимых микротрещин произошло через 50-60 мин. Температура воздуха во время проведения серии опытов не изменялась ($20-21$ °С). В результате опытов на натуральных образцах были выявлены радиальные трещины. Это означает, что направленное трещинообразование не обеспечивается, так как наряду с магистральными трещинами появляются и радиальные, образование которых связано со структурными особенностями гипсового массива.

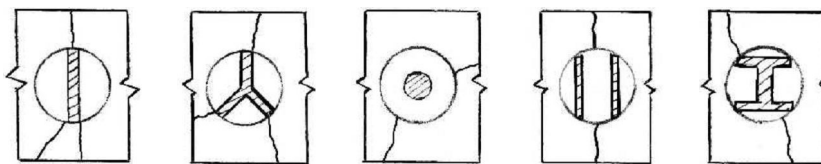
Результаты испытаний металлических вставок на гипсовых блоках

Параметр испытаний	Схема расположения закладной пластины в образце				
					
Толщина пластины	–	$0,05d$	$0,2d$	$0,3d$	$0,4d$
Ширина пластины, мм	–	1,2-2,2	6	10	6-10
Вид трещины					
Время образования трещин, мин	82	92; 88	123; 105	108; 114	106; 102
Отношение площади пластины к площади шпура	–	< 10	25	40	40
Среднее время до появления трещин, мин	82	90	114	111	104

Этот недостаток может быть устранен при использовании сдвоенных металлических пластин, расположенных в шпуре параллельно оси раскола. Эта конструкция концентраторов напряжения была испытана

на натуральных блоках гипса. В первом приближении можно считать, что давление, развиваемое НРС в шпуре, линейно возрастает во времени:

Схемы расположения вставок различной конфигурации в шпуре



Время до появления трещин, мин

103

108

132

100

145

Сопоставление данных по известным и предполагаемым конструкциям вставок показало, что время появления видимой трещины около отверстия со вставками примерно одинаково. Однако только в гипсовом блоке с предлагаемой вставкой была отмечена более четкая трещина в предполагаемой плоскости раскола, чем в остальных блоках с известными конструкциями металлических вставок. По результатам исследований в первой и во второй серии опытов была предложена закладная деталь в виде сдвоенных металлических пластин с прямоугольным сечением.

Третья серия опытов была проведена в лабораторных условиях на гипсовых блоках размером 1000 × 400 × 200 мм. В блоках по оси располагались пять отверстий диаметром 40 мм. Расстояние между шпурами составляло 100 мм. В шпуры устанавливались закладные детали в виде сдвоенных металлических пластин. Рабочая смесь готовилась из 1,5 кг НРС-1 и 0,5 кг воды. Заклад-

ные детали ориентировали по плоскости предполагаемого раскола, после чего заливали в отверстия смесь. Через 5 ч появилась мелкая трещина между шпурами шириной 0,5-1,5 мм в направлении плоскости предполагаемого раскола блока. Через 10 ч ширина трещины увеличилась до 8-10 мм. Через 12 ч по гипсовому блоку прошла в плоскости раскола магистральная трещина. Радиальное трещинообразование не наблюдалось. Через 12,5 ч блок развалился. Процесс расширения смеси в отверстиях сопровождался нагревом и небольшим выбросом смеси из устья отверстия.

Таким образом, лабораторные исследования на образцах монолита из гипсового порошка и на натуральных гипсовых блоках подземного рудника подтвердили теоретические данные об эффективности использования сдвоенных металлических вставок для направленного раскола гипсовых пород и позволили наметить программу исследований в промышленных условиях.