

Теоретический масштаб подобия	Обозначение	Величина
1. Линейные размеры	k_l	1 : 50
2. Поля поверхности	k_F	1 : 2500
3. Показатели изгиба сечения	k_{Wg}	1 : 125000
4. Моменты инертности	k_I	1 : 625000
5. Напряжения	$k_\sigma = k_\epsilon$	1 : 1
6. Модуль Юнга	k_E	1 : 1
8. Сосредоточенные силы	k_p	1 : 2500
9. Перемещения	k_f	1 : 50

К 70-летию КАФЕДРЫ «АЭРОЛОГИЯ И ОХРАНА

Я. Бродны, 2000

УДК 533:831.32

Я. Бродны

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ВЗРЫВЧАТЫМ УДАРАМ СО СТОРОНЫ УГОЛЬНЫХ БОРТОВ ВЫРАБОТКИ МОЩИ ШТРЕКОВОЙ КРЕПИ

Введение

Горные удары, происходящие в угольных шахтах, создают проблемы как в процессе проектирования горных выработок, так и во время эксплуатации угольных пластов. Анализируя количество и последствия наиболее серьезных ударов в периоде 1980 – 1999 гг. а также места их проявления в каменно-угольных шахтах в Польше [3] следует констатировать, что удароопасность является одной из наиболее серьезных угроз в горной промышленности. Учитывая длину выработок, а также относительно слабую защиту креплением (небольшое сопротивление, коррозия, неправильная установка крепи) они особенно подвержены последствиям горных ударов.

Стремительность удара а также трудный для предвидения момент проявления позволяют оценку чаще всего на основе последствий. Ведение исследований в шахтных условиях очень сложно, требует высоких финансовых затрат и строительства специализированной аппаратуры. Поэтому в Институте механизации горного дела Силезской политехники в Гливицах были проведены стендово-модельные исследования, целью которых было определение влияния сопротивления штрековой крепи на величину вертикальной составляющей напряжения в пласте, в котором может произойти горный удар со стороны бортов выработки. Для этого разработана а затем изготовлена, из профиля V25, модель штрековой штрековой кольцевой жесткой крепи.

Для исследований принята модель жесткой кольцевой крепи, так

как штрековая податливая крепь и крепь открытая имеют небольшое влияние на противодействие проявлению ударов с бортов на выработку. Следует это из факта, что податливая крепь вследствие работы замков даже под статической нагрузкой снижает сопротивление, размеры а также позволяет существенное перемещение угля в штрек в случае проявления высоких напряжений (первое необходимое условие для удара). Эта крепь ввиду высокой податливости позволяет перемещение угольного материала в штрек и тем самым вызывает снижение горизонтальной составляющей напряжения (второе условие, необходимое для проявления горного удара), создавая условия для удара. В связи с этим принято ведение стендовых испытаний ударов угольных пластов с моделями кольцевых жестких крепей (соответствующих кольцевым жестким крепям выполненным из профиля V25). Для обеспечения полного взаимодействия и равномерной нагрузки по всему периметру рамы пространство между рамой и боковыми породами заполнено слоем лесоматериала, что позволило обеспечить равномерную нагрузку на раму, а также ограничение скользящего перемещения угольного материала в штрек.

В настоящей статье приводятся результаты испытаний, определяющие влияние сопротивления кольцевой жесткой крепи на минимальную величину вертикальной составляющей напряжения в пласте, при которой существует возможность проявления удара в бортов выработки для углей шести различных угольных пластов польских шахт

(510 шахта Катовице, 501 шахта Макошове, 510 шахта Забже, 504, 505 и 510 шахта Яс_Мос).

Шкалы модельного подобия

Для правильного проведения испытаний была разработана, исходя из теории модельного подобия, модель рамы штрековой кольцевой жесткой крепи.

Подобными названы явления происходящие в геометрически подобных системах, если в них во всех соответствующих точках отношения одноименных величин формируют постоянные численные [4]. Эти отношения названы постоянными модельного подобия или показателями модельного подобия.

В проведенных модельных испытаниях естественной системой является система рамы кольцевой жесткой крепи. Модельной системой является система модельной рамы выполненная в масштабе 1 : 50.

Эти системы похожи, а их работа под нагрузкой в основном детерминирована энергией изгиба. Как реальная, так и модельная система могут характеризоваться дифференциальным уравнением [5]:

$$\frac{d^2 z}{dx^2} = -\frac{M_g}{EI_y} \quad (1)$$

На основе рассчитанных масштабов модельного подобия изготовлены модели рам жесткой кольцевой крепи. Рассчитанные величины масштабов механического подобия для рамы модельной кольцевой жесткой крепи представлены в табл. 1.

Измерительные системы

Испытания были проведены на шести видах угольного материала со следующих пластов: 510 шахты Катовице, 501 шахты Макошове, 510 шахты Забже, 504, 505 и 510 шахты Яс-Мос. На каждом из материалов проведены испытания по четырем измерительным схемам - одной без модели крепи и трех с моделями жесткой кольцевой крепи отличающихся сопротивлением.

Соппротивление крепи дифференцировалось количеством рам, установленных на постоянном измерительном участке. Учитывая дифференциацию как угольного материала так и сопротивления испытания проведены на 24 различных конфигурациях.

В табл. 2 представлены сопротивления модельной крепи и соот-

происходит взрывчатый удар.

Примерная сводка результатов испытаний ударов угольного материала с бортов на штрек из пласта 504 шахты Яс-Мос представлено в таблице 3. Остальные результа-

Рис. 1. Схема нагрузки модели пласта с моделью штрэка

Рис. 2 Диаграммы определяющие допустимое увеличение вертикальной составляющей напряжения от сопротивления сопротивлений реальной крепи соответствующее сопротивлению модельной крепи для отдельных измерительных схем

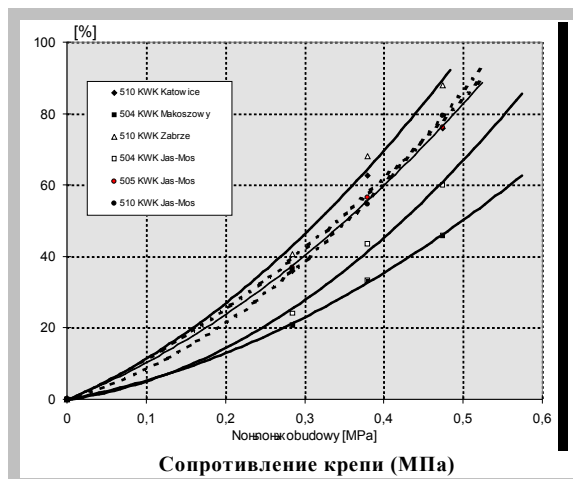
Измерительные схемы	Сопротивление реальной крепи (МПа)
без крепи	0
I схема	0,285
II схема	0,379
III схема	0,474

ветствующие им сопротивления реальной крепи для отдельных измерительных схем.

На рис. 1 представлена схема нагрузки модели пласта с моделью штрэка

Метод и результаты испытаний

Испытания были проведены на моделях пласта со смонтированной моделью штрэковой кольцевой жесткой крепи [6]. Стендовые испытания проводились на угольных моделях в переменном трехнаправленном состоянии напряжений, как это происходит в действительности. Имеющийся стенд позволяет установить величины главных составляющих напряжения, при которых



ты испытаний представлены в трудах 1, 2.

На рис. 2 представлены зависимости между сопротивлением штрэковой крепи и процентным повышением минимальной величины вертикальной составляющей напряжения, при которых происходили горные удары с бортов на штрэк.

Выводы

1. Сопротивление жесткой кольцевой крепи имеет существенное влияние на величину вертикальной составляющей напряжения в пласте, при которой может происходить горный удар с бортов на штрэк. Повышение сопротивления кольцевой жесткой крепи вызывает увеличение составляющих напряжения в пласте (в основном вертикальной), возрастает также интенсивность удара.

2. Анализируя полученные ре-

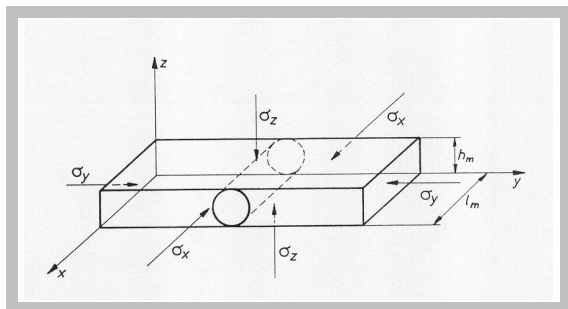
зультаты можно констатировать, что применение в условиях удароопасности жестких кольцевых крепей с соответствующим сопротивлением, допускает повышение минимальной величины вертикальной составляющей напряжения в массиве почти на 90 % по отношению к минимальной величине вертикальной составляющей напряжения в пласте, при которой может произойти горный удар с бортов на штрэк без крепи.

3. Переноса полученные результаты модельных испытаний жестких кольцевых крепей на реальный объект следует констатировать, что сопротивление реальных крепей отвечающее сопротивлению модельных крепей относительно высоко. Сопротивление применяемых в настоящее время штрэковых крепей (несплошных, податливых и несплошных неподатливых) находится в диапазоне от 0,1 МПа до 0,25 МПа. Эти крепи

Таблица 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ УДАРОВ УГОЛЬНОГО МАТЕРИАЛА С БОРТОВ НА ШТРЕК ИЗ ПЛАСТА 504 ШАХТЫ ЯС-МОС

Измерительная схема	№ испытания	Минимальные величины напряжений при которых наступил удар (МПа)			Нарастание величин напряжений в результате удара (МПа)			Приближенная деформация модели штрэка (%)
		σ_z	σ_x	σ_y	$\Delta\sigma_z$	σ_x	σ_y	
без крепи	1	46	13	11	-1,5	2,0	2,0	30
	2	47	12	10	-2,0	2,5	1,0	30
I схема	3	58	14	11	-2,2	2,0	1,0	20
	4	57	13	12	-2,0	2,0	1,5	20
	5	57,5	16	12	-2,0	2,0	2,0	20
II схема	6	69	14	12	-2,2	2,4	2,0	20
	7	66	15	13	-2,0	1,8	1,5	20
	8	67	16	14	-2,4	2,0	2,0	20
III схема	9	75	18	13	-2,0	2,0	1,0	30
	10	73	16	16	-2,0	2,2	2,0	35



имеют сопротивления жесткой крепи в диапазоне до 0,12 МПа, что соответствует увеличению вертикальной составляющей напряжения порядка 8-16 %, в зависимости от угла и пласта.

4. В действующих выработках целесообраз-

ным становится измерение величины вертикальной составляющей напряжения в бортах и сравнение с минимальной величиной вертикальной составляющей напряжения, при которой может произойти удар с бортов на штрек в данных условиях (определяя таким образом показатель безопасности перед возможностью удара).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brodny J., Zmiana składowej pionowej stanu naprężenia podczas tapnięcia z ociosyw na skutek wzrostu nośności obudowy chodnikowej. Prace Naukowe GIG. Konferencja NT Tapania 98. Katowice 1998 r.

2. Brodny J., Wpływ nośności obudowy chodnikowej na ograniczenie zagrożenia tapaniami w świetle badań modelowych, ZN Politechnika Śląska 1998r.

3. Konopko W.: »Doswiadczenia podstawy kwalifikowania wyrobisk górnictwa w kopalniach węgla kamiennego do stopnia zagrożenia tapaniami». Prace Naukowe GIG, nr 795. Katowice 1994 r.

4. Moller L.: »Teoria podobieństwa mechanicznego». Wydawnictwo NT, Warszawa 1961r.

5. Szusik W., Kuczyński J.: »Wytrzymałość materiałów». Skrypt Pol. Śląskiej. Gliwice 1986r.

6. Zastawny E.: »Tapania eksplozyjne do przodka ścianowego w modelach pokładu węgla w świetle badań laboratoryjnych». ZN Pol. Śląskiej, Górnictwo z.217/1993.

КОРОТКО
ОБ
АВТОРАХ

Бродны Ярослав – доктор технических наук, Силезский политехнический институт, Гливец, Польша.