

Канд. техн. наук П. В. ЕГОРОВ (Сибирский филиал ВНИМИ)

О горных ударах на шахтах Кузбасса

В Кузнецком бассейне горные удары происходят на шахтах Кемеровского, Прокопьевско-Киселевского, Ленинского, Байдаевского и Осинниковского районов. К началу 1974 г. на 20 удароопасных шахтопластах было зарегистрировано 79 горных ударов.

На шахтах Кузбасса горные удары начали проявляться с глубины 200 м. Абсолютное большинство их произошло при разработке мощных и средней мощности крутых и наклонных угольных пластов в Кемеровском и Прокопьевско-Киселевском районах. На пологих пластах, а также на пластах тонких произошло незначительное количество горных ударов.

В очистных забоях произошло 61% горных ударов, а в подготовительных 39%. Из общего количества горных ударов в очистных забоях при разработке пластов длинными столбами по простиранию с обрушением произошло 65%. Всего при разработке пластов системами с обрушением произошло 86% горных ударов, а с закладкой 14%. Однако если отнести количество горных ударов на 1 т добычи угля, то окажется, что при разработке пластов с закладкой относительное количество горных ударов будет больше. Это объясняется тем, что при системах разработки с гидравлической закладкой очистные работы ве-

дутся встречными забоями (короткие полосы) или на постоянно уменьшающийся целик по восстанию пласта (поперечно-наклонные слои), где создаются наиболее благоприятные условия для возникновения горных ударов.

Возникновение горных ударов связано с целиками и геологическими нарушениями. Под целиками, оставленными на выше- и нижележащих пластах, произошло 51%, в целиках 22%, у геологических нарушений 16%, при совместном влиянии геологического нарушения и целика 11% горных ударов. Кроме собственно горных ударов на шахтах Кузбасса происходят стреляния угля, толчки и микроудары.

Важной составной частью проблемы предотвращения горных ударов является их прогноз. Задачей прогноза горных ударов является: выявление удароопасных пластов (пород), определение степени удароопасности отдельных участков пластов, предсказание места и времени возникновения горных ударов.

В Кузбассе нашел широкое применение метод прогноза удароопасности угольных пластов по их прочностным и деформационным свойствам, определяемым в натурных условиях с помощью давяльной установки [1]. По

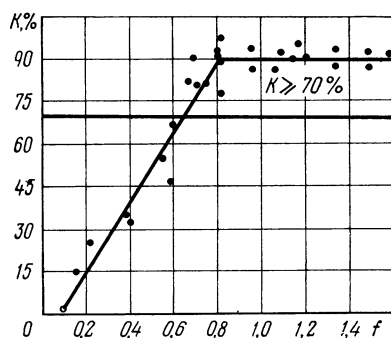


Рис. 1. Зависимость показателя удароопасности угля от его прочности

этому методу уголь пласта считается потенциально удароопасным, если отношение упругих деформаций к полным составляет более 70% при нагрузке 70—75% от разрушающих:

$$K = \frac{\epsilon_{\text{упр}}}{\epsilon_{\text{полн}}} \cdot 100\% \geq 70\%, \quad (1)$$

где K — показатель удароопасности;

$\epsilon_{\text{упр}}$ — упругая относительная деформация;

$\epsilon_{\text{полн}}$ — полная относительная деформация.

На основании натурных исследований по оценке потенциальной удароопасности различных пластов, проведенных ВНИМИ и его Сибирским филиалом (рис. 1), установлено, что показатель удароопасности зависит от прочности угля:

при $10 < \sigma \leq 80$ $K = 1,4\sigma - 12\%$,

при $80 < \sigma \leq 200$ $K = 90\%$, (2)

где σ — прочность угля, кгс/см².

Условия (2) получены на основании обработки экспериментальных данных методами математической статистики, значение коэффициента корреляции составило 0,85. Эти условия позволяют по прочности угля определить отношение упругих деформаций к полным и тем самым производить оценку потенциальной удароопасности угольных пластов.

Для мощных пластов, сложенных разнопрочными пачками угля, показатель потенциальной удароопасности предлагается определять по следующей формуле:

$$K = \frac{K_{\text{кр}}}{1 + \left(\frac{K_{\text{кр}}}{K_{\text{сл}}} - 1 \right) \cdot \frac{m_{\text{сл}}}{m}}, \quad (3)$$

где $K_{\text{кр}}$ и $K_{\text{сл}}$ — показатели удароопасности угля соответственно крепкой и слабой пачек, которые могут быть определены или по условию (2), или непосредственно в натурных условиях;

$m_{\text{сл}}$ — мощность слабой пачки;

m — мощность пласта.

Установлено [2], что механическая прочность угля зависит от его петрографического типа и стадии метаморфизма (рис. 2). Поэтому при оценке потенциальной удароопасности угольных пластов рекомендуется учитывать петрографический тип и стадию метаморфизма угля следующим образом.

Угольные пласты, состоящие из нескольких слоев угля разного петрографического типа, необходимо представить условно в виде двух пачек: слабой и крепкой. В пачку слабого угля включаются слои, прочность угля которых не превышает или равна 0,6 по шкале М. М. Протоdjeяконова, а в крепкую — слои, прочность которых больше 0,6. Такое условное разделение пласта на пачки основывается на том, что угли с прочностью более 0,6 в условиях Кузбасса имеют пласты, опасные по горным ударам (см. рис. 1). Прочность угля каждой пачки определяется как средневзвешенное по мощности слоев.

Таким образом, по условию (2) и формуле (3) с использованием графика, изображенного на рис. 2, можно произвести предварительную оценку потенциальной удароопасности угольных пластов по данным геологической разведки и предусматривать мероприятия по предотвращению горных ударов на стадии

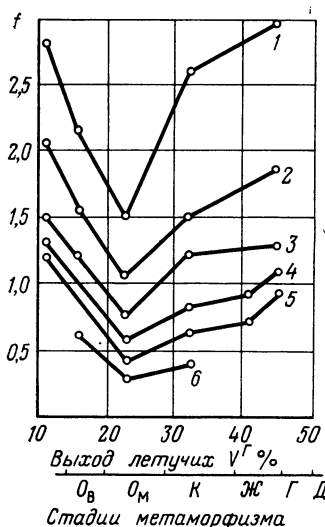


Рис. 2. Изменение прочности петрографических типов углей Кузбасса на разных стадиях метаморфизма:

1 — матовый; 2 — полуматовый однородный; 3 — матовый полосчатый; 4 — полублестящий; 5 — блестящий; 6 — сажастый

проектирования и подготовки новых горизонтов.

На основании изучения прочностных и деформационных свойств различных пластов в отдельных районах бассейна, анализа геологических данных по петрографическому составу и стадиям метаморфизма угля, выявления признаков удароопасности пластов при их выемке и проходке выработок произведена оценка потенциальной удароопасности пластов в Кузбассе. Список пластов, потенциально опасных по горным ударам на указанный период, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Месторождение	Пласты, потенциально опасные по горным ударам	Примечание
Прокопьевское	IV Внутренний III Внутренний II Внутренний Горелый Лутугинский Подспорный Мощный Двойной	IV Внутренний, Горелый и Мощный на ряде шахт отнесены к опасным и угрожаемым
Киселевское	Прокопьевский Мощный Безымянный IV Внутренний III Внутренний II Внутренний Горелый Лутугинский	
Кемеровское	Кемеровский Волковский XXVII	На шахте «Северная» отнесены к опасным; на шахте «Березовская» отнесены к опасным 1973 г.
Анжерское	Андреевский Коксовый Петровский	На шахте «Физкультурник» с 1970 г. пласт Петровский относится к опасным
Ленинское	Бреевский Польсаевский II Спутник	На шахте № 2 Инского шахтоуправления отнесен к опасным
Араличевское	IV	
Байдаевское	26 а	
Осинниковское	Е _б	
Томусинское	III, 6-й, 7-й	

В процессе ведения горных работ на пластах, опасных по горным ударам, должен осуществляться прогноз степени удароопасности отдельных участков этих пластов.

ВНИМИ разработан комплексный метод прогноза степени удароопасности отдельных участков угольных пластов. Этот метод введен на шахтах, разрабатывающих пласты, опасные по горным ударам [3].

Для условий Кузбасса оценку степени удароопасности отдельных участков угольных пластов рекомендуется производить по выходу

буровой мелочи и ее крупности при бурении контрольных шпуров. Категория удароопасности участка пласта определяется по номограммам, приведенным в работе [3]. В зависимости от этой категории устанавливаются меры борьбы с горными ударами.

Наиболее эффективной мерой борьбы с горными ударами является опережающая разработка защитных пластов. Для установления порядка отработки пластов в свитах, включающих пласты, опасные по горным ударам, необходимо установить возможные схемы защиты опасных пластов. Для решения поставленной задачи Сибирским филиалом ВНИМИ совместно с производителями на 36 шахтопластах были проведены натурные наблюдения и аналитические исследования по установлению параметров защищенных зон.

Известно, что механизм защитного действия заключается в снижении горного давления, так как изменение физико-механических свойств пластов и процесс их дегазации являются следствием изменения горного давления и сдвижения пород [4]. Поэтому определение границ защищенных зон производится на основе представлений о границах и степени разгружающего действия массива пород от повышенных напряжений при разработке защитных пластов. Практически построение границ защищенных зон производится по схемам, представленным на рис. 3.

Граница защищенной зоны со стороны очистного забоя защитного пласта на разрезе по простиранию (рис. 3, в) определяется линиями, проведенными под углом 60° к го-

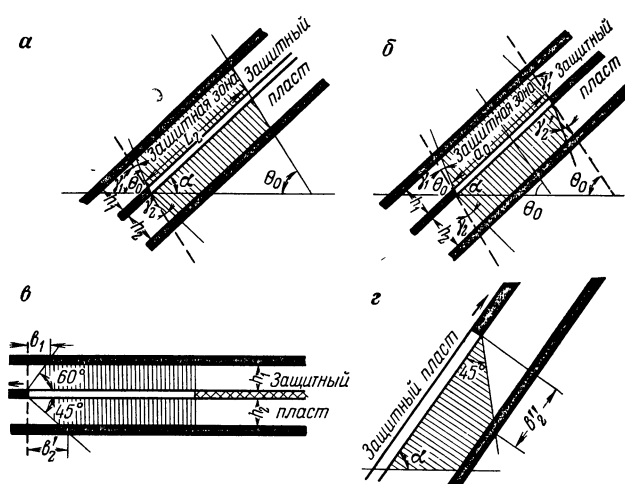


Рис. 3. Схемы к определению границ защищенных зон: а — на разрезе вкrest простирания при ведении работ без делюков; б — на разрезе вкrest простирания при ведении работ с делюками; в — на разрезе по простиранию; г — на разрезе вкrest простирания пласта при ведении работ по восстанию

ризонту при подработке и под углом 45° к горизонту при надработке.

Максимально возможное опережение горных работ по защитному пласту относительно работ по пласту, опасному по горным ударам, определяется в соответствии с указанными величинами углов защиты соотношениями:

$$b_1^3 \geq 0,6h_1$$

и

$$b_2^3 \geq h_2. \quad (4)$$

Из выражений (4) может быть найдено и максимальное опережение по защитному пласту относительно работ по удароопасному пласту в случае разработки их системами с движением фронта очистных работ по восставанию (рис. 3, з).

На разрезе вкрест простирания пластов границы защищенной зоны определяются в соответствии со схемами, изображенными на рис. 3, а и б. Значения углов Θ и γ , необходимые для построения границ защищенных зон, находятся в зависимости от соотношения главных напряжений в нетронутом массиве и угла падения пластов из табл. 2.

Таблица 2

Падение пласта α , градус	Величина искомого угла, градус						
	θ_0			γ_1	γ_2	γ'_1	γ'_2
	$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} < 1$	$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = 1$	$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} > 1$				
0	90	90	90	10	15	10	15
10	83	80	72	10	15	10	15
20	77	70	55	10	15	10	15
30	71	60	44	10	15	10	15
40	65	50	35	10	15	10	15
50	56	40	28	0	15	10	10
60	48	30	22	0	15	10	10
70	36	20	12	0	15	10	10
80	22	10	6	8	15	10	10
90	0	0	0	15	15	10	10

Схемой, представленной на рис. 4, а, можно пользоваться при

$$L_2 = a_0 \leq 0,7H_0,$$

где H_0 — начальная глубина возникновения горных ударов.

Глубина защищенной зоны определяется из корреляционной зависимости

$$h_{1,2} = ka_0 \left(\frac{a_0}{H} + 0,5 \right), \quad (5)$$

где h_1 — глубина защищенной зоны при подработке;

h_2 — глубина защищенной зоны при надработке;

a_0 — длина очистного забоя;

H — глубина горных работ;

k — эмпирический коэффициент, который при подработке равен 0,93 и при надработке 0,62.

Коэффициент корреляции зависимости (5) равен 0,92. Формулой (5) можно пользоваться при $a_0 \leq 0,7H_0$ и $H \leq 700$ м.

Границы защищенных зон определялись по критерию вида

$$\gamma H_0 (1 + \lambda),$$

где γ — объемный вес пород;

λ — коэффициент бокового отпора.

На основании указанных параметров для каждой шахты составлены схемы эффективно-го использования защитных пластов [5].

Разработка удароопасных пластов должна производиться системами с подвиганием очистных работ по простиранию или по падению на «бесконечный» целик. Механизированную выемку угля рекомендуется осуществлять машинами, управляемыми дистанционно, с узким захватом без ограничения скорости. Способ управления кровлей — полная закладка выработанного пространства.

В качестве локальных мер борьбы с горными ударами рекомендуется применять увлажнение, камуфлетное взрывание и разгрузочные скважины большого диаметра.

Увлажнение применяется на участках пласта III категории удароопасности. Расстояние между скважинами должно составлять 10—12 м. При естественной влажности угля 1,2—1,5% для перевода пласта из удароопасного состояния в неудароопасное необходимо увеличить влажность в 2,5—3 раза.

Камуфлетное взрывание применяется на участках пласта II и I категории удароопасности. Расстояние между камуфлетными шпурами определяется по формуле

$$c = 8K \sqrt[3]{q}, \quad (6)$$

где c — расстояние между скважинами, м;

q — величина заряда, кг;

$K = (0,1 \div 0,4)$, м/ $\sqrt[3]{\text{кг}}$.

Величина K зависит от прочности угля. При коэффициенте крепости угля по шкале М. М. Протодьяконова $f = 1,0 \div 1,2$ $K = 0,15 \div 0,2$; при $f > 1,2$ $K = 0,1$ и при $f < 1,0$ $K = 0,3 \div 0,4$.

Разгрузочные скважины большого диаметра применяются на участках I категории удароопасности. Длина скважины не должна превышать 15—20 м. Расстояние между скважи-

нами при их диаметре 500 мм составляет не более 3 м, а при диаметре 290 мм — не более 2 м.

Приведенные параметры мер борьбы с горными ударами являются научно обоснованными и широко проверенными в производственных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б и ч Я. А. Прогноз и предотвращение горных ударов. Изд. ЦНИЭИугля. М., 1972. с. 10—15.
2. А т л а с верхнепалеозойских углей Кузнецкого

бассейна. «Наука», Сибирское отделение, Новосибирск, 1960, с. 147. Авт.: А. Б. Травин, Э. М. Сендерзон, В. П. Шорин и др.

3. Р у к о в о д с т в о по прогнозу удароопасности угольных пластов и применению мер борьбы с горными ударами на шахтах СССР. Изд. ВНИМИ, Л., 1971, с. 25—27. Авт. И. М. Петухов, Б. Ш. Винокур, В. П. Кузнецов и др.

4. Р у к о в о д с т в о по эффективному использованию защитных пластов на шахтах СССР. Изд. ВНИМИ, Л., 1972, с. 5—16. Авт.: И. М. Петухов, В. В. Тетеревенков, В. П. Кузнецов и др.

5. У к а з а н и я по эффективному использованию защитных пластов на шахтах Прокопьевско-Киселевского района. Изд. ВНИМИ, Л., 1973, с. 61—117. Авт.: И. М. Петухов, П. В. Егоров, Т. И. Лазаревич и др.