

ПРОВЕДЕНИЕ ВЫРАБОТОК ВБЛИЗИ ОТРАБОТАННЫХ ЛАВ

д.т.н. Ильяшов М.А., к.т.н. Рубинский А.А., инж. Никифоров А.В.
(ОАО «Угольная компания «Шахта «Красноармейская-Западная №1»)

Для розв'язання завдання щодо взаємного впливу напружень від крайової частини пласта і напружень від руху підготовчих вибоїв, які проводяться поблизу раніше відпрацьованих лав із залишенням невеликого цілика, виконано комплексні шахтні дослідження.

Розроблено рекомендації з проведення підготовчих виробок.

DRIVING OF DEVELOPMENT WORKING NEAR WORKED-OUT LONGWALLS

Ilyashov M.A., Rubinsky A.A., Nikiforov A.V.

Comprehensive mine investigations have been carried out to solve the problem of mutual effects resulting from seam end stresses and the stresses due to advance of development working driver to a worked-out longwall with a pillar section between.

Recommendations on development operations have been made.

При столбовой системе отработки один из штреков готовящейся лавы проводится, как правило, вблизи отработанной лавы.

Подготовительные выработки проводятся вприсечку («ножка к ножке») или с оставлением целика между старым и новым штреком величиной около двух метров. Естественно, этот целик разрушается по мере движения нового забоя или состоит уже из отжатого, разрушенного угля.

При ведении горных работ на выбросоопасных пластах выполнение прогноза зачастую сдерживает темпы подвигания подготовительных забоев, особенно передовых бригад. Так на шахте им А.Ф. Засядько бригада П.П. Жуурова проходит до 350 м подготовительной выработки в месяц.

При таких темпах текущий прогноз по начальной скорости газовыделения необходимо выполнять ежесменно, а при применении прогноза по акустической эмиссии – контрольные определения зоны разгрузки один раз в двое суток.

Объем подготовительных выработок вблизи отработанных лав сокращается, например, на шахте им. А.Ф. Засядько составляет до 18 км в год, на ОАО «Угольная компания «Шахта «Красноармейская Западная №1» до 20 км в год.

Таким образом, оценка выбросоопасности при проведении горных выработок вблизи отработанных лав является весьма актуальной.

Теоретически проведение таких выработок связано с решением задачи о взаимном влиянии напряжений от краевой части пласта и напряжений от движения подготовительного забоя.

На рисунке 1 представлена схема распределения напряженных состояний пласта в зоне контакта отработанной лавы с массивом (а) и в зоне

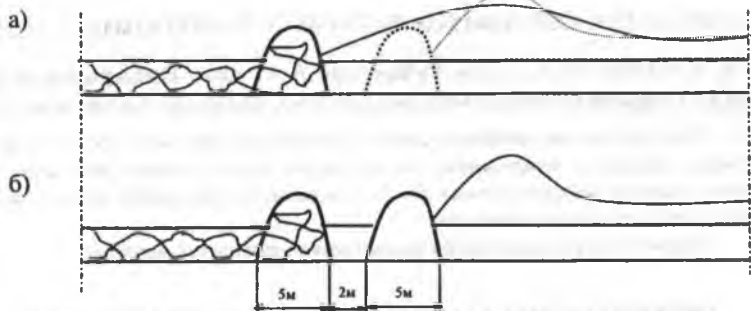


Рис.1. Схема распределения предельно-напряженных состояний пласта.

проведения подготовительной выработки вблизи этого контакта (б).

Эпюра напряжений от границы (контакта) отработанной лавы имеет пологий вид, значительные размеры зон отжима и разгрузки. На момент проведения подготовительной выработки проходит не менее 1 года с момента окончания очистных работ. К этому времени краевая часть пласта и боковые породы в достаточной степени подвергнуты пластическим деформациям, а напряжения в зоне проведения выработки будут снижены (1).

Многочисленными шахтными экспериментами в разное время и разными исследователями (1, 2, 3) было установлено, что при проведении выработок протяженность зоны предельно-напряженного состояния пласта, как впереди забоя, так и с боков выработки, принимаемой равной расстоянию от поверхности забоя до максимума концентрации напряжения в пласте, может изменяться в пределах от 1 до 9 метров.

Учитывая размеры целика (2м), ширины выработки (5м) при проведении подготовительной выработки вблизи к ранее отработанной лаве теоретически может создаться ситуация, когда максимум давления от подготовительной выработки (сбоку) окажется в зоне существенной пригрузки от краевой части массива, что при наличие в угольном пласте газа может создать опасность газодинамических явлений. Однако, как показывает опыт проведения подобных выработок, каких-либо ГДЯ не наблюдалось. С целью определения параметров факторов влияющих на формирование выбросоопасности в призабойной части пласта и уточнения степени опасности по ГДЯ при проведении выработок вблизи ранее отработанных лав необходимо провести дополнительные исследования на шахтах им. А.Ф. Засядько, ОАО «Угольная компания «Шахта «Красноармейская Западная №1».

В качестве объектов для исследований были выбраны подготовительные выработки проходимые вприсечку к ранее отработанным лавам:

• 2 южный конвейерный штрек пл. d₄ (ш. Красноармейская Западная №1);

• 10 западный вентиляционный штрек пл. I₁ (ш. им. А.Ф. Засядько).

Для сравнительной оценки степени выбросоопасности в пределах шахтоучастка выбирались выработки, которые проходились в массиве, и в которых проводились аналогичные исследования, что и в выработках проходимых вписке.

Выполнены комплексные шахтные исследования, включающие оценку угольного пласта путем бурения контрольных шпуров и измерений физико-механических параметров угля и параметров напряженно-деформированных краевой части угольного пласта, изучение характера расслоений пород кровли и оценка степени выбросоопасности массива вдоль выработок.

Первый шпур бурился по ходу движения забоя, а второй – в бок выработки в сторону массива.

При бурении шпуров регистрировался акустический сигнал и определялись величина зоны разгрузки и другие параметры напряженно-деформированного состояния призабойной части пласта.

Оценка фактора газового состояния угольного пласта выполнена по величине десорбции газа из буровой мелочи скважин с помощью десорбометра конструкции МакНИИ и путем измерения начальной скорости газоразделения в шпур

Физико – механические свойства угольного пласта определялись с помощью отбора проб и определения в лаборатории МакНИИ крепости f и водного показателя ΔJ .

Исследование характера расслоения пород кровли и изменения степени выбросоопасности вдоль подготовительных выработок выполнено путем импульсного возбуждения массива и регистрации его акустического отклика. Точки наблюдений располагались через 50 м вдоль выработок. На отдельных участках выполнена детализация путем сгущения шага наблюдений до 10 м. Сейсмоприемник закреплялся на породах кровли, удары по породим кровли наносились на расстоянии 1-3 м от сейсмоприемника, акустический сигнал записывался на магнитную пленку при помощи шахтного регистратора. Обработка акустической информации выполнена в лаборатории МакНИИ на компьютере по специальным программам.

Так для 2 южного конвейерного штрека пл. d₄ объектом сравнения выступила 5 южная лава и конвейерный штрек 5 южной лавы, для 10 западного вентиляционного штрека пл. I₁ – 9 западный конвейерный штрек пл. I₁ при прохождении которого происходили внезапные выдавливания и внезапные выбросы угля и газа.

Выполнен анализ горно-геологических условий, обобщены результаты текущего прогноза выбросоопасности в выработках, пройденных в целиках и вблизи отработанных лав по другим многочисленным объектам.

Угольный пласт d₄ имеет мощность 1,0-1,4м, простое строение, пологое залегание. В пределах поля блока №5 пласт отнесен к угрожаемому

по внезапным выбросам угля и газа. Выход летучих веществ 27-29%, метаноносность 15-25 м³/т.

Кровля пласта – алевролит, мощностью до 3,5м, песчаник, мощностью от 3,3 до 9,8м, водонасыщенный, слоистый, слюдистый, трещиноватый, выше – алевролит, мощностью 4,8-8,1м, переслаивание с песчаником. На удалении 10-15м залегает угольный пласт d₄ мощностью 0,15 - 0,5м.

Почва пласта – алевролит, мощностью 1,5 – 2,5м, песчаник, мощностью до 22м.

Гипсометрия пласта сравнительно спокойная. При проведении выработок часто встречаются мелкоамплитудные разрывные нарушения, в основном, с амплитудой смещения пласта 0,2 – 0,5м, максимальное смещение 1,2м, преимущественно типа сброс. Нарушения, как правило, быстро затухают и не прослеживаются через выемочное поле.

В зонах нарушений – высокая трещиноватость пород, неустойчивость пород кровли, повышенная остаточная метаноносность.

При проведении подготовительных выработок в целике прогноз выбросоопасности выполнялся по начальной скорости газовыделения в шпур, при этом измеренная скорость преимущественно 0,3 – 0,6л/мин. Встречаются в среднем 1- 2 зоны на выработку, где скорость газовыделения увеличивается до 3 – 4 л/мин.

При проведении выработок вблизи отработанных лав также осуществлялся прогноз выбросоопасности по начальной скорости газовыделения в шпур. Замеренные при этом скорости газовыделения имели нулевые значения или в 2 – 3 раза меньше зафиксированных при проведении выработок в целике. В качестве примера в таблице 1 приведены результаты измерения скорости газовыделения на отдельных аномальных участках.

Таблица 1. Сопоставление начальной скорости газовыделения в шпур при проведении выработки в целике и вприсечку к отработанной лаве.

Наименование выработки	Пункты измерений, ПК М.	Значения начальной скорости газовыделения		Отношение
		в целике	вприсечке	
3-я бортовая и 3-я бортовая бис	67+2	0,8	0,24	0,3
	82+9,5	0,9	0,54	0,6
	74+4,5	1,09	0,25	0,23
	51+2,5	3,69	0,70	0,19
	49+8	2,15	0,77	0,36
	6+2	1,05	0,27	0,26
7-я северная бортовая выработка и 7 северная бортовая выработки бис	59	2,8	1,5	0,54
	77	3,0	1,0	0,33
	79	3,72	1,0	0,27
			Среднее	0,34

При бурении скважины выполнена комплексная оценка состояния угольного пласта в призабойной части. В таблице 2 приведены основные результаты измерений по параметрам акустического сигнала и по газовому фактору.

Условия 5-й южной лавы характеризуют состояние одиночного угольного пласта, обрабатываемого в целике. Величина зоны отжима, на расстоянии 5-15м от верхней и нижней ниш, равна 0,75 – 3,0м. Зона разгрузки и тем более расстояние до максимума опорного давления превышают длину пробуренных скважин. Исключение составляет скважина №2, пробуренная в 1,5м от оставленного комбайна.

Таблица 2. Результаты определения зоны разгрузки и других параметров призабойной части угольного пласта.

№ скв	Определения по акустическому сигналу			Зона разгрузки по начальной скорости газовыделения, м	Максимальная начальная скорость газовыделения, л/мин	Десорбция мм.рт.ст.
	Зона отжима, м	зона разгрузки, м	коэф. пригрузки			
1	2	3	4	5	6	7
2-й южный конвейерный штрек						
Скв 1	3,5	>4	1,1	>4	0,21	15
Скв 2	1,5	>4	1,2	>4	0,55	26
5-я южная лава						
Скв 1	0,75	>3,5	1,3	>3,5	0,64	90
Скв 2	2	3,0	3,5	>3,5	0,82	80
Скв 3	2	>3,5	2,0	>3,5	0,32	80
Скв 4	3	>3,5	1,2	>3,5	0	20
5-й южный конвейерный штрек						
Скв 5	2	>3,5	1,3	>3,5	0	22

Величина зоны разгрузки, определенная по динамике начальной скорости газовыделения, везде больше длины скважины т.к. значения скорости менее 0,8л/мин.

Во 2-ом южном конвейерном штреке зона отжима 3,5м по ходу выработки и 1,5м по нормали к ней в сторону целика, зона разгрузки более 4м по обеим скважинам.

В целом характерна небольшая дифференциация параметров акустического сигнала с глубиной, что служит отражением слабой изменчивости напряженного состояния вблизи забоя.

Оценка газового состояния угольного пласта выполнена по измерениям динамики начальной скорости газовыделения и по величине десорбции газа из буровой мелочи скважин. Данные измерений приведены в таблице 3.

Десорбция газа из штыба в значительной степени отражает остаточную газоносность угля на определенном интервале бурения скважины.

Таблица 3. Результаты измерения десорбции газа из буровой мелочи и динамики начальной скорости газовыделения.

№ скв	Интервал бурения м.	Измерения десорбции мм.рт.ст.			Скорость газовой выделения, л/мин
		10"	20"	30"	
1	2	3	4	5	6
2-ой южный конвейерный штрек					
1	1	15	22	25	0
	2	15	18	22	0,21
	3	10	15	18	0,21
2	2	10	13	15	0
	1	15	18	22	0,55
	2	30	45	55	0
	3	15	20	25	0,55
	4	15	20	25	0
5-ая южная лава					
1	1,5	20	30	40	0,64
	2,5	35	50	60	0
	3,5	45	70	90	0
2	1,5	30	40	50	0,32
	2,5	30	40	50	0
	3,5	40	60	80	0
4	1,5	15	20	25	0
	2,5	10	15	20	0
	3,5	10	15	20	0
5	1,5	10	12	15	0
	2,5	10	15	18	0
	3,5	15	20	25	0

В штреке, проводимом вприсечку к отработанной лаве, значения скорости газовой выделения и особенно десорбции существенно ниже.

Причем максимальные значения десорбции приурочены к первому-второму метру бурения скважин, что обусловлено вторичным насыщением угля в слабо нагруженной части пласта за счет отжима газа из глубины. Наиболее низкие (практически нулевые) значения оценок газонасыщенности пласта характерны для скважины, пробуренной по ходу подвигания забоя.

В таблице 4 приведены результаты определения крепости и йодного показателя по бороздовым пробам из забоя 2-го южного конвейерного штрека и пробам буровой мелочи из скважин №2 и №3 (глубина 3,5м), пробуренным в забое 5-ой южной лавы в 15м от верхней и нижней ниш.

Характер расслоения пород кровли и относительная степень выбросоопасности исследована по конвейерному штреку 5-й южной лавы и по 2-му южному конвейерному штреку.

Положение максимально ослабленного контакта, нарушенного раз-

Таблица 4. Результаты определения крепости и йодного показателя по пробам угля.

Место отбора проб	Результаты измерений	
	f, у.е.	ΔJ , мг/г
Июль 2-го южного конвейерного штрека Бороздовая проба 1	0,74	2,3
Забой 5-й южной лавы		
Скважина 1	0,86	1,9
Скважина 2	0,67	2,0
Скважина 3	0,69	2,5

влияющимися межслоевыми деформациями, связано с величиной зоны разгрузки: чем дальше от пласта расположен такой контакт, тем больше величина зоны разгрузки. Так, например, при бурении скважины №2 максимальные расслоения расположены на расстоянии 4,2м, зона разгрузки здесь 3,0м, а в районе скважины №1, где зона разгрузки более 3,5м, это расстояние 6,2м. В забое 2-го южного конвейерного штрека по скважине №1, где зона разгрузки более 4м, это расстояние равно 7м.

На рис. 2 приведены фрагменты положения ослабленных механических контактов (ОМК) пород кровли для условий 5-й южной лавы и 2-го южного конвейерного штрека.

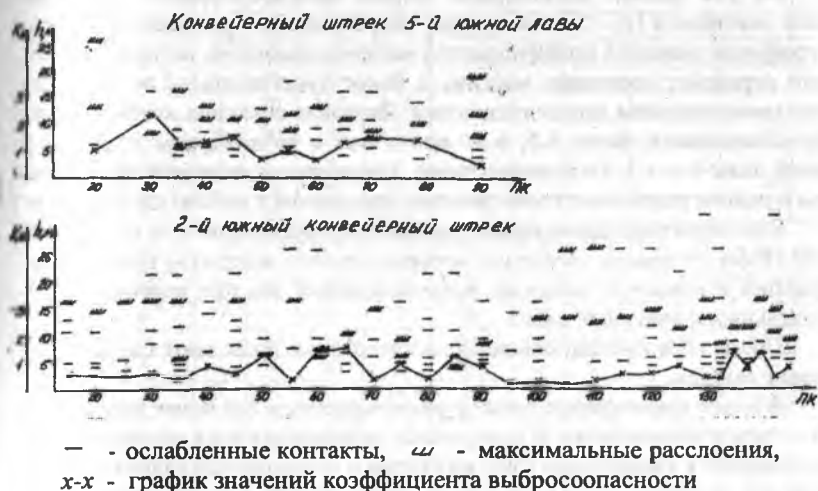


Рис. 2. Результаты импульсного возбуждения массива, оценки расслоения пород кровли и степени выбороопасности в конвейерном штреке 5-ой южной лавы и во 2-м южном конвейерном штреке.

На схематический разрез вынесено положение контактов, по которым достаточно интенсивно произошло расслоение пород кровли. Положение наиболее интенсивных расслоений отмечено специальным значком.

В конвейерном штреке 5-ой южной лавы чаще всего такие расслоения расположены на расстоянии около 10м от пласта, их положение весьма устойчиво вдоль всего штрека. Для штрека в целом характерно наличие большого числа ослабленных контактов в кровле пласта и кратное 2 их расстояние до него.

Во 2-ом южном конвейерном штреке ослабленных контактов в кровле пласта еще больше и они охватывают толщу пород мощностью до 40м. Наиболее интенсивные расслоения находятся на расстоянии 13-16м, лишь в районе ПК60 и ПК85 они снижаются до 4,5 – 5,5м. Сопоставление величины зоны разгрузки и расстояния до максимального расслоения свидетельствует о их взаимосвязи. Так в 5-ой южной лаве при $l_p=3$ м расстояние до максимального расслоения $h=8,5$ м, а при $l_p>4$ м, в подготовительном забое (2-ой южный конвейерный штрек), $h=16$ м. Это дает основание считать, что в такой ситуации при проведении выработок практически обеспечена величина зоны разгрузки более 4 – 5м. Стабильное положение контактов с максимальными расслоениями, кратность расстояний до ослабленных контактов, достаточно большое их количество по всему разрез пород кровли также свидетельствует об отсутствии в штреке условий для формирования выбросоопасных зон.

По результатам импульсного возбуждения массива дана оценка степени выбросоопасности по точкам наблюдения в штреках.

Во 2-м южной конвейерном штреке прогностические параметры имеют значения в 1,5 – 2 раза меньше. На рисунке 2в приведены фрагменты графиков значений коэффициентов выбросоопасности, которые качественно отражают состояние массива и более чувствительны по всем его горно-геологическим неоднородностям. Фоновые значения коэффициента выбросоопасности около 0,5, в то время как в конвейерном штреке 5-й южной лавы 1 – 1,2. Отдельные точки повышенных значений зафиксированы в районе разрывных геологических нарушений с амплитудой до 1,2м.

Благоприятное соотношение расслоений пород кровли на расстоянии 40-20-10-5м от пласта обеспечит нормальное, без задержки, развитие деформаций и исключит создание выбросоопасных зон при ведении подготовительных и очистных работ.

Таким образом, выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы.

В близи извлеченных запасов увеличивается в 2 и более расстояние, на котором в кровле развиты межслоевые деформации и их интенсивность, что приводит к увеличению зоны разгрузки и созданию благоприятных условий для дегазации угольного пласта. Эти факторы, а также кратное 2 соотношение расстояний до ослабленных контактов, за счет развития межслоевых деформаций, обеспечивают при проведении выработок безопас-

ние по выбросам угля и газа условия, даже при наличии мелкоамплитудных нарушений.

При проведении 9 западного конвейерного штрека пл. I₁ (до ПК 50) произошло более 20 газодинамических явлений. На этом интервале выработка проходила с помощью буровзрывных работ в режиме сотрясающего взрыва. За это время проводились замеры десорбированного газа из буровой мелочи с помощью десорбметра конструкции МакНИИ.

Результаты комплексных шахтных исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты комплексных шахтных исследований.

Дата	ПК	№ скв	Инт изм м.	Десорбция, мм.рт.ст			Нач. скор газов-ия л/мин	ΔJ мг/г	f у.е	Максим опорн. давлени-я м	Зона отжи-ма м	Зона раз-ки м			
				10"	20"	30"									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
9 западного конвейерного штрека пл. I₁															
17.04.97	10	1	1	30	45	65									
			2	40	80	120									
			3	40	55	85									
			3,5	40	55	105									
		2	1	20	25	30									
			2	55	65	135									
			16.06.97	18	1	1	40	60	80						
						2	60	130	200						
			3	60	100	130									
			1.07.97	20	1	1	15	60	80						
						2	40	50	60						
3	45	60				75									
		2	1	40	70	85									
			2	80	110	130									
			3	60	100	150									
			1.09.97	33	1	1	0	0	0						
2	30	40				50									
3	80	120				>280									
10 западный вентиляционный штрек пл. I₁															
11.10.0	101	1	1	0	0	0	0			>3	1.0	>3			
			2	0	0	0	0								
			3	0	0	0	0	1.8	0.67						
			2	1	30	40	50	0	1.9	0.65	>3	1.0	>3		
			2	20	20	20	0								
			3	0	0	40	0	1.9	0.65						
			10.11.02	124	1	1,5	10	15	17	0	2,5	0,74	>3,5	1,5	>3,5
						2,5	10	10	12	0					
2	1,5	-				-	-	0			>3,5	1,5	>3,5		
			2,5	15	17	20	0								
			3,5	17	22	26	0	2,9	0,63						

Для оценки степени разгрузки 10 западного конвейерного штрека пл.1₁ проводились шахтные эксперименты в тех зонах, где при проведении 9 западного конвейерного штрека пл. 1₁ были выявлены как не выбросоопасные (ПК101), так и аномальные (ПК124) участки. (см. табл. 5)

Из анализа таблицы 5 следует, что 10 западный конвейерный штрек пл.1₁ проводился в разгруженной зоне.

Об этом свидетельствуют:

- значения десорбированного газа носят фоновые значения, динамика их изменения во времени показывает, что остаточная газоносность пласта и скорость отдачи газа низкие.
- Параметры напряженно-деформированного состояния призабойной части определенные акустическим способом и по динамике газовыделения в шпур показывают о значительной разгрузки пласта, т.к. зона разгрузки превышает 4 м.
- Физико-механические свойства пласта не выходят за критические значения и свидетельствуют о не нарушенности и крепости пласта.

Анализ результатов прогноза и выполненные комплексные исследования позволяют сделать вывод о том, что при размещении штрека на расстоянии около 2м от края отработанной лавы он попадает в существенно разгруженную зону, абсолютно безопасную по ГДЯ, включая мелко - амплитудные нарушения и полости выбросов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа. Под ред. проф. А.Э.Петросяна, Москва, «Недра», 1978, 164с.
2. А.Е. Ольховиченко Прогноз выбросоопасности угольных пластов. Москва, «Недра», 1982, 280с.
3. Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа. М., Госгортехиздат, 1961, 363с.