

---

© С.А. Прохватилов, В.А. Еременко, С.Г. Никитин,  
Н.А. Милетенко, А.П. Ерусланов, 2013

УДК 622.831; 622.2; 622.235

**С.А. Прохватилов, В.А. Еременко, С.Г. Никитин,  
Н.А. Милетенко, А.П. Ерусланов**

## **ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ В УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ**

Представлены данные экспериментальных исследований о влиянии тектонических разломов на удароопасность массива горных пород при пересечении подготовительными выработками разломов на угольном месторождении. Геодинамическое районирование позволяет определить тектоническую структуру шахтного поля, а также на стадии проектирования горных работ предусмотреть и исключить угрозы геодинамического риска.

**Ключевые слова:** шахтное поле, геодинамическое районирование, тектонический разлом, блочная структура, панель, пласт, выработка, выемочный столб, обрушение.

---

**М**етодом геодинамического районирования согласно инструкции предусмотрено районирование шахтных полей с определением блочной структуры и выявлением отдельных элементов – тектонических блоков и ограничивающих их тектонических разломов [1]. Полученные экспериментальные данные о блочном строении шахтного поля необходимо использовать при выборе схем вскрытия, подготовки и отработки месторождения для рационального расположения горных выработок и др. Например, не рекомендуется при проходке выработок пересекать тектонические разломы, а также располагать в этих зонах сопряжения горных выработок [2].

В настоящее время результаты геодинамического районирования недостаточно учитываются при проектировании, подготовке и отработке шахтных полей. Геодинамическое районирование в угольной промышленности – понятие сравнительно новое и стало нормативным требованием с 2000 года. Первые опыты его проведения при исследовании струк-

туры шахтных полей юга Кузбасса относятся к 2004-2005 гг. и в настоящее время геодинамическое районирование выполнено не на всех шахтах. Вопрос влияния блочной структуры шахтного поля на выбор технологии с обеспечением безопасности горных работ на сегодняшний день недостаточно изучен.

Не все специалисты геолого-маркшейдерских и технических служб в угледобывающих компаниях понимают необходимость районирования шахтных полей. Например, распространённая ошибка – подмена терминов «глубинный тектонический разлом» и «тектоническое нарушение». Определение с помощью геодинамического районирования местоположения разломов часто звучится как прогнозирование расположения нарушений, хотя из-за особенностей геологии угольных месторождений понятие «тектонический разлом» и «геологическое нарушение» являются неравнозначными. Часто геологические нарушения оказывают влияние на условия ведения горных работ в шахтах. Глубинные тектонические

разломы в угольных пластах, в отличие от рудных тел, зачастую не «прорисованы». В местах выявления глубинных тектонических разломов нарушения не прослеживаются, а встречаются в пределах тектонических блоков. В связи с этим технические службы шахт к геодинамическому районированию относятся формально.

Известны методы, разработанные ВНИМИ, которые позволяют определять тектоническую структуру шахтных полей и зон геодинамического риска. Например, шахтное поле филиала ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» «Шахта «Осинниковская» расположено в юго-западной части Осиновского каменноугольного месторождения, на стыке крупных региональных геологических систем – Кузнецкой Котловины (преимущественно лесостепная зона), Кузнецкого Алатау и Горной Шории (таежные предгорья) [3, 4]. В 2005 и 2012 годах проведены исследования тектонической структуры шахтного поля методом геодинамического районирования [5].

С 2003 г. и по настоящее время шахта отрабатывает выемочную панель пласта Е-5. Первоначально планировалась отработка 4-х выемочных столбов (1-1-5-5 + 1-1-5-5 «бис»; 1-1-5-6 + 1-1-5-6 «бис»; 1-1-5-7 + 1-1-5-7 «бис», 1-1-5-8), разделенных в свою очередь на выемочные участки.

Пласт Е5 сложного строения, состоит из двух угольных пачек, разделенных прослойем алевролита. Мощность пласта составляет в среднем 3 м и изменяется от 2,80 до 3,40 м. Марка угля - Ж, толщина пластометрического слоя от 31 до 36 мм, выход летучих веществ - 32,3 %. Зольность чистой угольной пачки – 10,1 %, зольность пласта – 20,5 %. Объемный вес угля 1,28 т/м<sup>3</sup>. Пласт Е-5 в стратиграфическом разрезе угленосной толщи залегает ниже рабочего пласта

Е-6 (который в данном районе не отработан) на 60-66 м и выше пласта Е-4 на 28-30 м (не отработан). В 28 метрах выше пласта Е-5 залегает угольный пласт Е-5а, сложного строения, мощностью 0,8 м. Пласт Е-5 угрожаемый по горным ударам с глубины 150 м, опасный по внезапным выбросам угля и газа с глубины 490 м. Основная кровля представлена песчаником мелкозернистым, серым и светло серым, массивным и слоистым, слаботрешиновая. Непосредственная кровля - алевролит мелкозернистый, трещиноватый, наблюдается зеркала скольжения и отпечатки растительно-го детрита. Непосредственная кровля средней устойчивости, а на участках, где в большом количестве развиты растительные остатки, породы интенсивно трещиноватые и с большим количеством зеркал скольжения – неустойчивая. Ложная кровля - аргиллит весьма неустойчивый, мощностью от 0,2 до 0,4 м.

По нагружочным свойствам на участках, где мощность легкообрушающихся алевролитов, залегающих непосредственно над угольным пластом более 6 м, кровля легкая, а на участках, где их мощность составляет менее 6 м, кровля тяжелая. Шаг посадки непосредственной кровли 1-6 м, шаг посадки основной кровли – 30 м, первичный шаг посадки основной кровли 100-120 м [6].

Непосредственная почва - алевролит мелко- и крупнозернистый, склонный к пучению. Почва средней устойчивости, под действием влаги почва разупрочняется и уменьшает прочность до неустойчивого состояния.

В пределах разрабатываемой панели геодинамическое районирование проведено в 2005 году [5]. Установлено наличие восьми тектонических разломов в границах панели и двух прилегающих к панели.

Выемочный участок лавы 1-1-5-7 подготовлен к выемке в 2007-2010 гг., выемка угля начата в декабре 2011 г., закончена в октябре 2012 г.

Длина лавы 200 м, длина выемочного столба - 1245 м. Угол падения пласта: по забою лавы от 0 до 8°, по простирианию выемочного столба от 2 до 8°. Глубина отработки от поверхности 580-760 м.

Вентиляционный штрек 1-1-5-7 погашался вслед за подвиганием очистного забоя. Конвейерный штрек 1-1-5-7 частично сохранялся для отвода метановоздушной смеси из выработанного пространства лавы. Вентиляционный и конвейерный штреки закреплены анкерной крепью. Для крепления кровли конвейерного штreta (на цикл крепления) использовался металлический верхняк (швеллер) длиной 4,5 м на пяти анкерах АСП - 20 длиной 3 м. Для крепления кровли вентиляционного штreta применялся металлический верхняк СВП - 22 (верхняк арочной крепи КМП - АЗн -13-22) на пяти анкерах АСП - 20 длиной 3 м, с шагом установки 0,9 м. Бока обоих выработок закреплялись на цикл крепления четырьмя анкерами ШК - 1 длиной 1,8 м (по два на каждый бок в нижнюю пачку пласта) и двумя анкерами АСП-20 длиной 1,8 м (по одному на каждый бок в верхнюю пачку пласта под углом 45° к кровле). Для перетяжки кровли и боков применялась решётчатая затяжка ЗР размером 2,6×1,2 м. Шаг крепи основного комплекта вентиляционного и конвейерного штревков составлял 0,9 м. В зоне опорного давления лавы крепь дополнительно усиливалась по вентиляционному штревку канатными анкерами АК - 01, длиной 5 м, двумя по ширине выработки в промежутках между верхняками основного комплекта; по конвейерному штревку одним рядом СВП-22, удерживае-

мого канатными анкерами АК 01 длиной 6,5 м с опережением линии очистного забоя 100 м, и рядом из СВП-22 на деревянных стойках с опережением линии забоя на 33 м. Сохранявшая часть конвейерного штревка удерживалась на деревянных кострах с шагом установки 5 м, и дополнительной установкой смешанной крепи (верхняк из СВП-17 на деревянных стойках), возводимой между крепью основного комплекта. Параметры крепи рассчитывались на основании существующих норм и правил [7].

При проходке конвейерного и вентиляционного штревков разрывных нарушений вскрыто не было [6]. Очистной забой был оборудован механизированным комплексом, состоящим из крепи «Glinik 21/45», комбайна SL-300 и лавного конвейера – Анижера 34.

Отработка выемочного участка лавы 1-1-5-7 осложнялась рядом причин, учитываемых на стадии разработки локальной проектной документации [6]. Очистным забоем пересечено две промежуточных печи с усложнением работы лавы в зоне опорного давления. Прилегающая к печам область пласта заблаговременно разгружена путём бурения скважин (длина скважин 36 м, диаметр 130 мм). Пересечение печей лавой прошло без осложнений технологического режима. Верхняя часть выемочного столба располагалась в зоне опорного давления от вышележащего отработанного выемочного участка лавы 1-1-5-6. Ширина целика между вентиляционным штревком 1-1-5-6 и 1-1-5-7 составила 6 м. При расчёте и выборе крепи вентиляционного штревка указанный фактор учитывался. При проходке формировалась сводчатая форма выработки с использованием верхняка от арочной крепи. В теле выемочного столба прослеживалась протяжённая мелкоамплитудная пликатив-

ная структура (антиклиналь), ориентированная вдоль выемочного столба. Влияние на работу лавы указанная структура не оказывала.

Рассмотрим отработку выемочного участка с точки зрения геодинамики. 14.07.2012 г. после поворота линии лавы на  $6^0$  происходит обрушение верхнего сопряжения очистного забоя с вентиляционным штреком. Местоположение обрушения указывает на связь этого события с обрушениями, происходившими ранее в этом районе – в смежном вентиляционном штреке 1-1-5-6, который проходился силами филиала ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» «Шахта «Тайжина». Выработку по паспорту крепили анкерной крепью (на цикл пять анкеров в кровлю длиной 2,2 м, по два анкера в бока длиной 1,6 м). 13 января 2004 года в выработке произошло обрушение. 10 апреля 2004 года в горных выработках шахты «Тайжина» произошло катастрофическое явление – взрыв. Комиссией по расследованию причин аварии было установлено, что на двух участках конвейерного штрека 1-1-5-6 обрушение пород кровли произошло непосредственно перед взрывом – на сопряжении конвейерного штрека 1-1-5-6 с промежуточной печью № 4 (признанный комиссией центр взрыва) [8, 9] и 15–20 м от этого сопряжения. На этих участках до аварии неоднократно принимались меры по усилению анкерной крепи деревянными стойками из-за прогрессирующих отслоений и трещин в кровле, но процессы смещения, деформирования и обрушения продолжались.

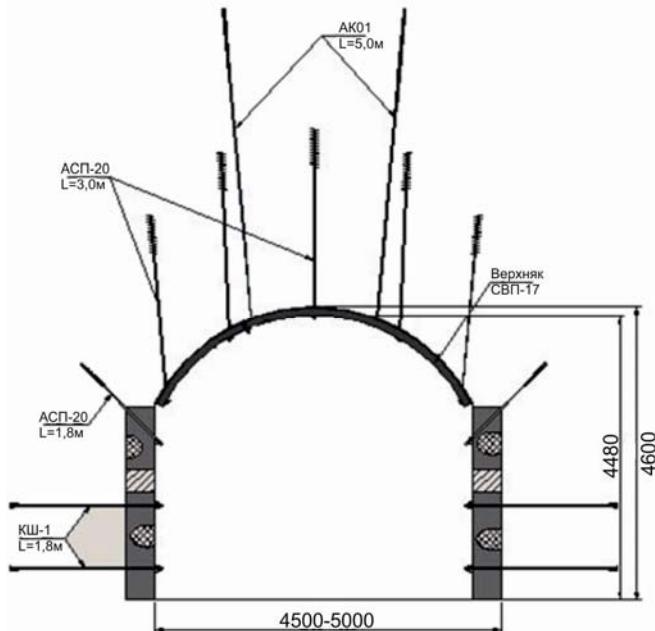
Все обрушения, в том числе произошедшее 14.07.12 г. локализованы в одном районе, в двух смежных выработках и расположены напротив друг друга в зоне протяжённостью до 200 м.

Одновременно с обрушением 14.07.2012 г. возникает пучение почвы (с амплитудой до 1,4 м) и отжим угля в обоих боках вентиляционного штрека 1-1-5-7 (рис. 1, а, б). Участок деформаций вентиляционного штрека опережает лаву на расстояние до 30 м – около одной трети длины зоны опорного давления от лавы [10]. Работа лавы осложняется вышеуказанными проявлениями до середины августа. За этот период уход лавы по вентиляционному штреку составляет около 100 м, после чего пучение почвы и отжим боков прекращается.

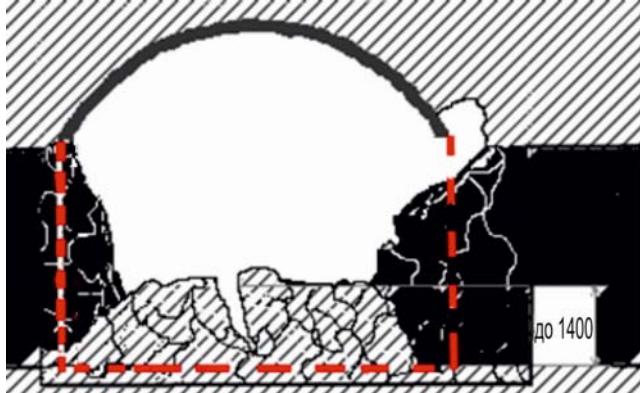
При отработке лавы 1-1-5-7 проводились замеры выхода бурого штыба по методике прогноза удароопасности. Метод прогноза удароопасности основан на определение наличия напряжений в массиве по объему угольной мелочи, образующейся при внедрении в массив бурого инструмента. Увеличенный выход штыба соответствует зонам напряжённости, минимальный – зонам разгрузки. Для пласта Е-5 выход штыба составлял 6,5 л/м и более с шестого метра скважины и указывал на удароопасное состояние массива [10]. Замер штыба осуществлялся при бурении скважин диаметром 43 мм гидравлическим или электрическим сверлом. Штыб отбирался с первого и последнего метрового интервала скважины, начиная с 0,5 м от устья скважины. Скорость бурения составляла 0,5 м/мин. Фактическая длина скважины ограничивалась наличием в пласте «колчеданов», и составляла 6,5 – 7 м. Штыб из скважины высыпался на кусок брезента и собирался в мерное ведро объемом 5 л.

Скважины располагались следующим образом: в вентиляционном штреке – в 10 м от линии очистного

а)



б)



**Рис. 1. Вентиляционный штrek 1-1-5-7 вне участка деформаций (а) и на участке деформаций (б)**

забоя, направление скважины – перпендикулярно оси вентиляционного штреека; в лаве в 10 м от сопряжения с вентиляционным штрееком, направление скважины – перпендикулярно линии лавы; в средней части лавы, направление скважины – перпендикулярно линии лавы; в лаве в 10 м от сопряжения с конвейерным штрееком,

направление скважины – перпендикулярно линии лавы; в конвейерном штрееке – в 10 м от линии очистного забоя, направление скважины – перпендикулярно оси конвейерного штреека.

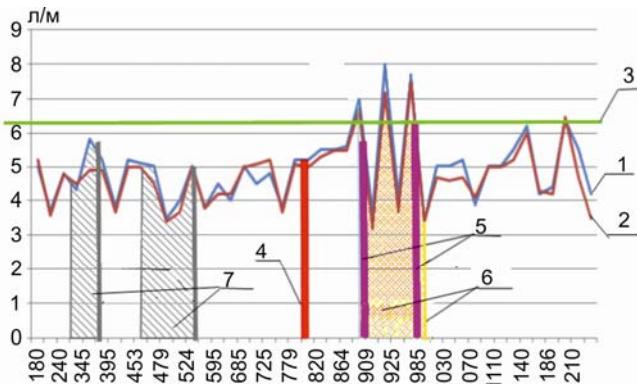
Выход штыба является показателем, количественно характеризующим горное давление в краевой части массива и вблизи вентиляционного штреека. В процессе подвигания линии очистного забоя вдоль выемочного столба выход штыба изменяется с выраженной периодичностью и зависит от шага посадки основной кровли [11]. Однако на практике результаты замеров выхода бурого штыба на некоторых участках, а, следовательно, и величина горного давления, отличается от прогнозных значений. Результаты замеров бурого штыба представлены в табл. 1 (рис. 2, 3).

При работе лавы на участке от 180 до 810 м от монтажной камеры выход бурого штыба составлял: 3,8 – 5,2 л/м в верхней части лавы и 3-3,4 л/м в нижней части. Значения в зоне опорного давления от промежуточных печей (табл. 1, строки 4, 5, 9-15) определены нормативные для выемочных участков пласта Е-5.

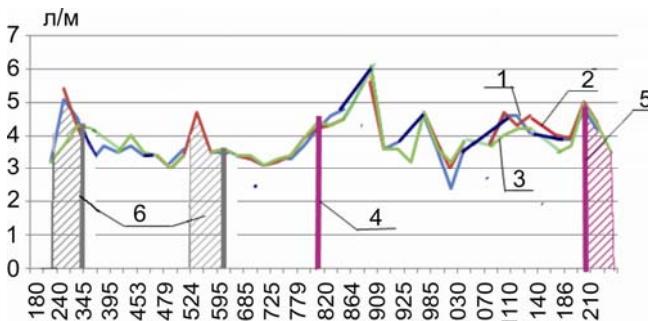
С расстояния 810 м от монтажной камеры наблюдался устойчивый рост значений выхода бурового штыба во всех точках замера (табл. 1, строки 22-26) и достигал максимума при отходе линии очистного забоя на 885 м

Таблица 1  
**Выход бурового штыба при работе лавы 1-1-5-7**

№	Дата	Расстояние от монтажной камеры, м	Лава верх, л/м	Лава центр, л/м	Лава низ, л/м	Вентиляционный штрек, л/м	Конвейерный штрек, л/м
1.	06.02.2012	180	5	-	-	5,2	-
2.	09.02.2012	195	3,7	3,2	-	3,6	3,2
3.	18.02.2012	240	4,8	5,1	5,4	4,8	5,0
4.	27.02.2012	300	4,3	4,5	4,3	4,5	4,3
5.	09.03.2012	345	5,8	3,2	3,4	4,9	4,2
6.	15.03.2012	375	5,2	3,7	-	4,9	-
7.	19.03.2012	395	3,8	3,5	-	3,7	3,5
8.	31.03.2012	430	5,2	3,7	4	5	4
9.	04.04.2012	453	5,1	3,4	-	5	3,5
10.	10.04.2012	459	5	-	3,4	4,5	3,4
11.	14.04.2012	479	3,5	3,2	3	3,4	3
12.	18.04.2012	501	4	3,6	3,4	3,7	3,4
13.	22.04.2012	524	5	-	4,7	5	-
14.	04.05.2012	572	3,8	3,5	3,5	3,8	3,5
15.	14.05.2012	595	4,5	3,5	3,6	4,2	3,6
16.	22.05.2012	625	4	3,4	3,4	4,2	3,4
17.	30.05.2012	685	5	3,3	3,3	5	3,4
18.	04.06.2012	696	4,5	3,1	3,1	5,1	3,1
19.	10.06.2012	725	4,8	-	3,2	5,2	3,3
20.	15.06.2012	755	3,8	3,3	3,4	3,7	3,4
21.	19.06.2012	779	5,2	3,7	3,9	5,1	3,9
22.	29.06.2012	810	5,2	4,2	4,2	5	4,4
23.	01.07.2012	820	5,5	4,6	4,3	5,3	4,3
24.	06.07.2012	835	5,5	4,8	4,5	5,5	4,5
25.	12.07.2012	864	5,6	-	-	5,5	-
26.	14.07.2012	885	7	6,1	5,6	6,7	6,1
27.	17.07.2012	909	3,6	3,6	3,6	3,2	3,6
28.	19.07.2012	919	8	3,2	3,5	7,2	3,6
29.	21.07.2012	925	4,1	3,1	3,1	3,7	3,2
30.	26.07.2012	934	7,7	4,6	4,7	7,5	4,7
31.	07.08.2012	985	3,4	3,6	3,8	3,4	3,6
32.	13.08.2012	1009	5	2,4	3	4,7	3,2
33.	18.08.2012	1030	5	3,6	3,8	4,6	3,8
34.	25.08.2012	1062	5,2	-	-	4,7	-
35.	01.09.2012	1070	3,9	3,8	3,7	4,1	3,7
36.	05.09.2012	1086	5	4,6	4,7	5,0	4
37.	10.09.2012	1110	5,0	4,6	4,3	5,0	4,2
38.	14.09.2012	1126	5,5	4,1	4,6	5,2	4,2
39.	17.09.2012	1140	6,2	-	-	6,0	-
40.	23.09.2012	1170	4,2	3,9	4,0	4,3	3,5
41.	29.09.2012	1186	4,4	3,9	3,9	4,2	3,7
42.	01.10.2012	1195	6,4	4,8	5	6,5	5
43.	04.10.2012	1210	5,5	4,2	4,4	4,7	4,3
44.	09.10.2012	1231	4,2	-	-	3,5	3,5



**Рис. 2. Выход бурого штыба в верхней части лавы и вентиляционном штреке:** 1 – в верхней части лавы; 2 – в вентиляционном штреке; 3 – минимальное значение выхода бурого штыба, соответствует категории «опасно» (6,5 л/м); 4 – пересечение вентиляционного штрека 1-1-5-7 и разлома «Граничный»; 5 – пересечение вентиляционного штрека 1-1-5-7 и разлома «Пилотный»; 6 – участок деформаций вентиляционного штрека 1-1-5-7; 7 – участки пересечения промежуточных печей и зон опорного давления от них



**Рис. 3. Выход штыба в нижней части лавы, средней части лавы и конвейерном штреке:** 1 – в нижней части лавы; 2 – в конвейерном штреке; 3 – в средней части лавы; 4 – пересечение разлома «Граничный»; 5 – пересечение разлома «Кольцевая зона»; 6 – участки пересечения промежуточных печей и зон опорного давления

от монтажной камеры. На данном расстоянии фиксировались максимальные значения выхода штыба в конвейерном штреке, в нижней части лавы и средней части лавы за весь период отработки выемочного участка (5,6 – 6,1 л). В районе сопряжения лавы с вентиляционным штреком вы-

ход штыба достигал 7 л/м (удароопасное состояние массива) и сопровождался усиленным отжимом угля в боках вентиляционного штрека, пучением почвы и растрескиванием. При очередной серии замеров массив разгружался. Выход штыба в верхней части лавы составил 3,6 л/м, в нижней части – 3,2 л/м.

С продвижением лавы от 885 до 985 м выход штыба в верхней части и в вентиляционном штреке периодически увеличивался до 7,5 - 8 л/м, что соответствовало удароопасному состоянию массива, и уменьшался до 3,4 л/м (табл. 1, строки 27-31). На этом же участке в нижней части лавы и на конвейерном штреке выход штыба определялся в пределах от 3,1 до 4,7 л/м и не достигал удароопасных показателей.

При доработке лавы от 985 до 1245 м выемочно-столба выход бурого штыба в нижней части лавы составлял 3 - 5 л/м и в верхней части 3,9 – 6,4 л/м (табл. 1, строки 32-44). В вентиляционном штреке на протяжении всего участка определялось одно значение и соответствовало удароопасному состоянию - 6,5 л/м (табл. 1, строка 42).

С учетом экспериментальным данных, определенных по выходу бурого штыба, выемочный столб лавы 1-1-5-7 условно разделяется на 4 участка. I - участок от монтажной камеры

Таблица 2

**Средний выход бурового штыба на условно выделенных участках по длине столба**

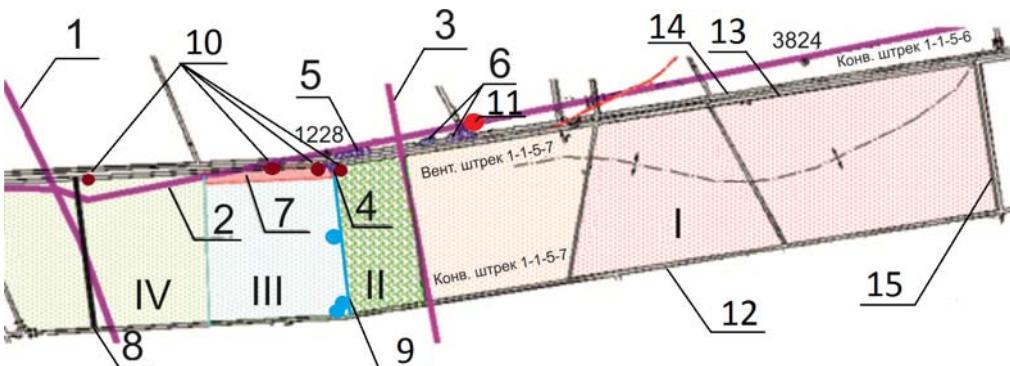
№	Места замеров выхода бурового штыба	Средний выход штыба на условных участках выемочного столба, л/м			
		I (0-810 м)	II (810-885 м)	III (885-985 м)	IV (985-1245 м)
1	Вентиляционный штрек	4,41	5,6	4,7	4,7
2	Конвейерный штрек	3,54	4,8	3,74	3,9
3	Разница значений в штреках	0,86	0,8	1,26	0,79
4	Верхняя часть лавы	4,53	5,8	5,68	4,99
5	Нижняя часть лавы	3,49	4,65	3,8	4,14
6	Разница значений в верхней и нижней части лавы	1,04	1,15	1,8	0,85
7	Средняя часть лавы	3,42	4,93	3,74	3,99
8	Среднее значение выхода штыба по участку во всех точках замера	3,88	5,16	4,33	4,34

до отметки 810 м. II – участок между отметками 810 и 885 м от монтажной камеры. Характеризуется устойчивым ростом выхода штыба по всей линии лавы и в штреках до достижения максимальных значений за весь период отработки в нижней части лавы и на конвейерном штреке и удароопасных значений в верхней части лавы и в вентиляционном штреке. Окончание участка совпадает с обрушением 14.07.12 г. и началом периода деформирования вентиляционного штрека. III – участок между отметками 885 и 985 м от монтажной камеры. Характеризуется большим разбросом значений выхода штыба в верхней части лавы и в вентиляционном штреке (от 3,1 до 8 л/м) и регистрацией нескольких удароопасных значений, но стабильным выходом бурового штыба в нижней части лавы и конвейерном штреке. Разница значений замеров выхода бурового штыба в разных точках на одной линии лавы достигала 4,6 л/м. IV – участок от отметки 985 м до конца отработки лавы. По замерам выхода штыба схож с данными полученными на участке I, однако выход штыба не-

сколько выше и объясняется наличием на этом участке песчаников в кровле [6].

Средние значения выхода штыба (без учёта зоны опорного давления от промежуточных печей) и разница между результатами замеров в различных точках, характеризующие горное давление и особенности его распределения в пределах условно выделенных участков, приведены в табл. 2.

На участках I, II и IV разница значений выхода штыба в вентиляционном и конвейерном штреках изменилась от 0,79 до 0,86 л/м, разница значений в верхней и нижней частях лавы от 0,85 до 1,15 л/м. Разница значений объясняется влиянием опорного давления отработанных столбов лавы 1-1-5-6 и 1-1-5-5. На участке III разница значительно больше – 1,26 л/м в вентиляционном штреке по сравнению с конвейерным и 1,8 л/м в верхней части лавы по сравнению с нижней. В пределах участка III на формирование горного давления в прилегающем к вентиляционному штреку массиве оказывали влияние дополнительные факторы.



**Рис. 4. Тектонические разломы в контуре выемочного участка лавы 1-1-5-7 по данным геодинамического районирования:** 1 – разлом «Кольцевая зона – 2»; 2 – разлом «Пилотный»; 3 – разлом «Граничный»; 4 – место обрушения 14.07.2012 г. – верхнее сопряжение лавы 1-1-5-7; 5 - место обрушения в январе 2004 г. – конвейерный штрек 1-1-5-6; 6 – место обрушения 10.04.2004 г. (в районе взрыва) – сопряжение конвейерного штрека 1-1-5-6 с промежуточной печью № 4 и участок в 15 м по конвейерному штреку; 7 - участок деформирования вентиляционного штрека; 8 – граница отработки лавы; 9 – участок лавы с максимальным выходом бурового штыба во всех точках замеров (14.07.2012 г.); 10 – места регистрации выхода штыба, соответствующие удароопасному показателю; 11 – центр взрыва 10.04.2004 г. (установленный расследованием аварии); 12 – конвейерный штрек 1-1-5-7; 13 – вентиляционный штрек 1-1-5-7; 14 – конвейерный штрек 1-1-5-6; 15 – монтажная камера 1-1-5-7

Средний выход штыба на участке II определен больше чем на других участках (табл. 2) и при замерах зоны разгрузки не выявлялись. На участке фиксировались максимумы выхода штыба (максимальная концентрация горного давления) по всей длине лавы, но увеличение горного давления в призабойной части массива заранее не прогнозировалось и также как и на участке III вызвано дополнительными факторами [6, 10].

При отработке выемочного участка лавы 1-1-5-7 установлены некоторые особенности: все обрушения, произошедшие на участке связаны между собой территориально и механизмом проявления; наличие участков повышенного горного давления при отсутствии разрывных нарушений и сложных горно-геологических условий отработки; локализация деформаций массива и крепи на определенных участках и др. Для объяснения этих особенностей рассмотрены ре-

зультаты геодинамического районирования участка лавы 1-1-5-7.

В границах выемочного участка лавы 1-1-5-7 по результатам геодинамического районирования 2005 г. выявлено три тектонических разлома – «Граничный», «Пилотный» и «Кольцевая зона – 2» (рис. 4) [5]. Разлом «Граничный» характеризуется как сброс 3-го ранга. В горных выработках не обнаруживаются сметители, но наблюдаются вертикальные пликативные смещения пласта в замке Щелканской синклинали. Проекция разлома пересекает выемочный столб лавы 1-1-5-7 под углом  $85^{\circ}$  относительно вентиляционного и конвейерного штреков в 810 - 815 м от монтажной камеры 1-1-5-7. По данным геодинамического районирования разлом представляет опасность развития геодинамически нестабильных зон, в которых возможны проявления заколообразования, куполения и обрушения кровли [5].

Разлом «Пилотный» - взброс шестого ранга в своей конфигурации конгруэнтен Щелканской синклинали. На рельефе поверхности проекция разлома совпадает с ориентацией продолговатых возвышенностей. Определённый заключением разлом «Пилотный» с востока на запад проходит через межлавный целик между выемочным столбом 1-1-5-7 и ранее отработанным столбом 1-1-5-6, пересекает вентиляционный штрек 1-1-5-7 под углом  $10-12^{\circ}$  на расстоянии 895-955 м от монтажной камеры и уходит в тело выемочного столба [5]. На расстоянии около 1200 м от выемочного столба разлом резко меняет направление и отклоняется к северу. В заключении прогнозировалось пучение почвы, изменение угла наклона и мощности пласта вблизи разлома, а в местах пересечения разлома «Пилотный» с другими разломами – внезапное перераспределение горного давления, деформация крепей выработок и краевой части пласта на локальных участках, мелкоамплитудные смещения и подвороты пласта.

Разлом «Кольцевая зона – 2» - кольцевая тектоническая зона 5-го ранга отмечена усилением нарушенности пласта Е-5 в местах пересечения с другими разломами. Пересекает нижнюю часть выемочного столба 1-1-5-7 с севера на юг через демонтажную камеру и конвейерный штрек на расстоянии 1195 м от монтажной камеры. По результатам геодинамического районирования в зоне влияния разлома предполагается формирование сопутствующей мелкоамплитудной нарушенности, а также повышенная газоносность пласта и ослабление устойчивости кровли.

Места пересечения разломов отнесены к зонам повышенного геодинамического риска [5]. В пределах вы-

емочного столба 1-1-5-7 тектонические разломы визуально не прослеживались [6]. При сопоставлении местоположения произошедших геодинамических событий (рис. 4) с тектонической структурой выемочного участка лавы 1-1-5-7, а также с учетом анализа полученных данных выхода бурового штыба установлено, что произошедшее 14.07.12 г. на сопряжении вентиляционного штрека 1-1-5-7 с лавой обрушение соответствует точке, располагаемой от разлома «Пилотный» на расстоянии 10 - 15 м. Вышележащий конвейерный штрек 1-1-5-6 также пересекает разлом «Пилотный». Обрушение 13.01.2004 г. в этой выработке произошло в 10 м от разлома. Участки обрушений конвейерного штрека 1-1-5-6, произошедшие непосредственно перед взрывом 10.04.2004 г., располагались в 10 – 20 м от разлома «Пилотный». Все рассмотренные обрушения располагаются с восточной стороны от разлома «Пилотный» в зоне до 20 м от разлома. В восточном крыле разлома формируются зоны высоких концентраций напряжений вызывающие обрушения, где кровля находится в неустойчивом состоянии.

Граница начального местоположения условно выделенного участка II сопоставляется с пересечением выемочного столба разломом «Граничный». Влияние разлома на массив горных пород является фактором, вызвавшим повышение горного давления при пересечении разлома.

Условно выделенный участок III, на котором проявления повышенного горного давления локализуются в массиве, прилегающем к вентиляционному штреку, соответствует пересечению вентиляционного штрека и поддерживающего его межлавного целика разломом «Пилотный». Границы

ца начального местоположения участка деформаций соответствует расстоянию 10-15 м от разлома. Граница участка деформаций вентиляционного штрека располагается в 7-10 м от разлома. Влияние разлома «Пилотный» является дополнительным фактором, вызвавшим повышение горного давления.

Местоположение обрушения и граница начального местоположения участка деформаций, располагается в зоне влияния разломов «Граничный» и «Пилотный». Данные замеров выхода бурового штыба свидетельствуют о возможности одновременного влияния разломов в рассматриваемой точке. Установлено, что места пересечения тектонических разломов относятся к зонам геодинамического риска.

Расположение в границах выемочного участка лавы 1-1-5-7 тектонических разломов оказало влияние на геодинамическое состояние массива горных пород при отработке участка. Влияние разлома «Пилотный» и опорного давления от отработанных участков создало угрозу динамических проявлений в эксплуатируемом вентиляционном штреке, а также способствовало формированию выбросо-

опасных зон [12]. С учетом результатов проведенных исследований разлом «Пилотный» является весьма активной структурой. Влияние на проявления горного давления разлома «Граничный» носит менее активный характер, однако признаки наблюдаются – при пересечении разлома зафиксирован рост горного давления, особенно в южном крыле. Явных признаков влияния разлома «Кольцевая зона - 2» в пределах выемочного участка лавы 1-1-5-7 не установлено.

При ведении горных работ в районе разлома «Граничный» и «Пилотный» в пределах одного выемочного столба подтвердились угрозы, прогнозируемые по результатам геодинамического районирования – пучение почвы, внезапное перераспределение горного давления, деформация крепи выработок и краевой части пласта, проявления заколообразования, куполения и обрушения кровли [5]. Проведение геодинамического районирования позволяют определить тектоническую структуру шахтного поля, а также на стадии проектирования горных работ предусмотреть и исключить угрозы геодинамического риска.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам (РД 05-328-99) / Кол. авт. – М.; НТЦ по безопасности труда в промышленности, 2000 – 119 с.
2. Якоби О. Практика управления горным давлением: Пер. с нем. – М.: Недра, 1987.–566 с.
3. Студеникин В.П. Разрывные нарушения Кузнецкого Алатау / Вопросы тектоники Алтая-Саянской горной области. - Ново-кузнецк, 1971. — С. 107-114.
4. Кузнецов В.А. Основные этапы геотектонического развития юга Алтая - Саян-ской горной области / Тр. Зап. - Сиб. филиала АН СССР, вып. 12, 1952. — С. 6-68.
5. Заключение № 28 от 30.06.2005 г. по экспертизе промышленной безопасности в части выполнения геодинамического районирования территории поля шахты «Осинниковская» (район № 2) филиал ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» до масштаба 1:5000 с выделением опасных зон по проявлению горного давления и выдачи рекомендаций по безопасному ведению горных работ / Кемеровское представительство ОАО ВНИМИ – Кемерово, 2005. – 72 с.
6. Паспорт выемочного участка лавы 1-1-5-7./Кол. авт.- Осинники, филиал ОАО

«ОУК «Южкузбассуголь» «Шахта «Осинниковская», 2011 – 40 с.

7. Инструкция по расчёту и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. Кол. авт. – Спб.; ВНИМИ, 2000 – 35 с.

8. Акт расследования аварии и группового несчастного случая со смертельным исходом, произшедшего 10 апреля 2004 года в 6 час. 20 мин. на Филиале «Шахта «Тайжина» ОАО ОУК «Южкузбассуголь». г. Осинники, 2004 г – 37 с.

9. Заключение экспертной комиссии по расследованию аварии и группового несчастного случая, произошедших 10 апреля 2004 года в 06 часов 50 минут в филиале «Шахта «Тайжина» ОАО ОУК «Южкузбассуголь». г. Осинники, 2004 г – 36 с.

10. Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах (Сборник документов)/ Кол. авт. – М.; НТЦ по безопасности труда в промышленности, 2000 – 320 с.

11. Власов С.Ф., Сидельников А.А. Результаты объёмного моделирования напряжённого состояния трансверсально – изотропного массива горных пород вокруг очистной выработки. – Науковий вісник КГУ, 2010, № 4. – Київ, 2010. – С.22-26.

12. Еременко В.А., Ерусланов А.П., Прохватилов С.А. Динамика изменения начальной скорости газовыделения при пересечении подготовительными выработками тектонических разломов // ГИАБ. — 2012. — № 9. — С. 199-213. ГИАБ

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Прохватилов Сергей Анатольевич – помощник командира Новокузнецкого военизированного горноспасательного отряда (НВГСО) филиала ФГУП «ВГСЧ», profnvgso@vgsch.ru;

Еременко Виталий Андреевич – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИПКОН РАН, eremenko@ngs.ru;

Никитин Сергей Геннадьевич – заместитель начальника управления по надзору в угольной промышленности Ростехнадзора РФ, S.Nikitin@gosnadzor.ru;

Милетенко Наталья Александровна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПКОН РАН, nmile@mail.ru;

Ерусланов Александр Петрович – заместитель командира Новокузнецкого военизированного горноспасательного отряда (НВГСО) филиала ФГУП «ВГСЧ», profnvgso@vgsch.ru



## ГОРНАЯ КНИГА



### Собрание сочинений. Том 7. Флотация. Реагенты-собиратели

А.А. Абрамов

2012 год

656 с.

ISBN: 978-5-98672-291-7

UDK: 622.765

Рассмотрены требования теории флотации к реагентам-собирателям и предложена новая гипотеза, обосновывающая необходимый состав адсорбционного слоя собирателя на поверхности флотируемого и депресцируемого минералов. Приведен анализ физико-химических свойств органических соединений, которые могут быть использованы в качестве собирателей, закономерностей их изменения в результате внутри- и межмолекулярных взаимодействий и показаны пути создания собирателей с заданными свойствами, сформулированы принципы конструирования селективных собирателей. Теоретически обоснованы методы совершенствования технологии применения собирателей, обеспечивающие оптимизацию их расхода, повышение селективности и интенсификацию процесса флотации.