

УДК 622.831.22 (571.17)

К.А. Бубнов, А.В. Ремезов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Проведены исследования по созданию зоны активного трещинообразования с помощью буровзрывных работ, в целях уменьшения нагрузки на крепь выработок и величин смещений пород кровли.

Ключевые слова: буровзрывные работы, крепь, горные породы, межтрековый целик.

Отработка пласта Толмачевского (ОАО «Шахта «Полысая») в восточной части уклонного поля 18—2 производилось с 2001 г. до 2009 г. Первый очистной забой 18—25 отрабатывался на глубине 190 м, а очистной забой 18—27 отрабатывался на глубине 4000 м. Очистной забой 18—29 отрабатывался на глубине 460 м.

Подготовка и отработка выемочных столбов производится с оставлением межстолбовых целиков. Ширина охранных целиков при подготовке и отработке выемочных столбов в зависимости от глубины ведения горных работ изменяется от 20 до 30 метров.

Порядок отработки выемочных столбов в уклонном поле 18—12 был принят нисходящий. Первым был отработан выемочный столб 18—25.

Вентиляционный штрек 18—27, так как уклонное поле 18—2 является односторонним, проходил навстречу очистному забою 18—25 для обеспечения своевременной подготовки выемочного столба 18—27 с оставлением целика в 20 м между 18—25 конвейерным штреком и 18—27 вентиляционным штреком.

Межштрековый целик в 20 м был выбран с учетом рекомендаций Прокопьевского филиала ВНИМИ.

Необходимо отметить, что на пласт Толмачевский воздействует зона повышенного горного давления от краевой части выше отработанного пласта Бреевского. Зона повышенного горного давления проходит под углом 90° к выемочным столбам 18—27, 18—29 и 18—31 на расстоянии 1500—1600 м от путевого уклона 18—2. Ширина зоны повышенного горного давления составляла от 60 до 100 м.

При отработке выемочного столба 18—25 вентиляционный штрек 18—27, а точнее его почва, была вспучена, а сечение задавлено и составляло S первоначального сечения штрека.

При анализе причин такого положения было выяснено следующее:

1. Недостаточная плотность установки крепления вентиляционного штрека 18—27, длина верхняков составляла 3250 мм, они были установлены всего на три анкера длиной 2,0 м.

2. Диаметр анкерных стержней большей частью составлял 16 мм, на части из них были установлены бронзовые гайки. Происходил не только срыв бронзовых гаек по резьбе, но и разрыв отдельных стержней, что вело к вертикальной конвергенции кровли.

3. Произошло вспучивание почвы по всей длине штрека от 300 до 600 мм, а в зоне повышенного горного давления до 1000 мм. В зоне влияния повышенного горного давления было принято решение о проведении параллельного вентиляционного штрека 18—27^{бис} с оставлением целика 30 м. Вентиляционный штрек 18—27^{бис} был пройден длиной 350 м.

В результате создавшегося положения при подготовке очистного забоя 18—27 к работе половину всего штрека пришлось перекрепить и взять поддир почвы на всем протяжении штрека.

Шахта «Полысаевская» в связи с отставанием работ по реконструкции вынуждена работать в уклонных полях большей протяженности и сложной конфигурации. В связи с этим шахта постоянно испытывает недостаток в подготовленных запасах.

В связи с недостатком подготовленных запасов шахта вынуждена принимать минимальную ширину охранного межштрековых целиков в 20 м, хотя эта ширина была рекомендована, как было сказано, Прокопьевским филиалом ВНИМИ.

Учитывая негативное влияние горного давления со стороны отрабатываемого очистного забоя при подготовке выемочного столба 18—27 с оставлением межштрекового охранного целика в 20 м, сохраняя ту же схему проведения 18—29 вентиляционного штрека навстречу отрабатываемому очистному забою 18—27, было принято решение об увеличении охранного межштрекового целика между 18—27 конвейерным и 18—29 вентиляционным штреками до 26 м.

Используя данные каротажа пород кровли пласта Толмачевского, было обнаружено, что характеристика основной кровли изменилась, породы основной кровли стали более

крепкими, их мощность увеличилась, основная кровля приобрела свойства труднообрушаемой в нижней части отработанного пространства очистного забоя. Основная кровля стала зависеть на значительной площади; на охранный целик и ниже проведенный вентиляционный штрек стало проявляться повышенное горное давление.

За 300 м до встречи очистного забоя с подготовительным забоем произвели усиление крепи вентиляционного штрека 18—29 канатными анкерами длиной 4100 мм на расстоянии 1600 мм ниже верхнего бока выработки и через 1600 мм вдоль выработки, под обрезки металла из СВП—17 длиной 500 мм. Ширину охранного целика увеличили до 30 м.

Было также принято решение о проведении буровзрывных работ с целью образования искусственного трещинообразования в консоли основной кровли и обрушения зависающей консоли.

Задачей данных исследований являлось определение эффективности принятых и выполненных мероприятий.

В основу разработанных натуральных исследований входили следующие задачи:

1. Определить величину вертикальной и горизонтальной конвергенции в зонах без отсечения породных консолей, с отсечением породных консолей и зоне опережения лавы № 18—27 по вентиляционному штреку № 1829.

2. Определить степень деформации приконтурных слоев выработки и элементов крепления выработки.

Для оценки указанных параметров необходимы шахтные исследования проявлений горного давления в вентиляционном штреке № 1829 в зоне уже произведенного отсечения породных консолей, в зоне, где не про-

изводилось отсечение, и в зоне опережения лавы на 150—200 м. Данные, полученные при измерениях в трех разных зонах, при сравнении покажут эффективность применяемых мероприятий и дадут практическую картину о величинах нагружения элементов крепи выработок, что послужит основанием для дальнейших расчетов параметров крепи и опорных целиков.

В осуществлении проводимых исследований применялись следующие методы и средства.

В каждой зоне вентиляционного штрека № 18—29 закладываются замерные станции, включающие замерные пункты (не менее пяти на замерной станции) согласно рис. 1.

Согласно предоставленной выкопировки из плана горных работ с нанесением пикетов и отметок где производилось отсечение породных консолей определяем зоны заложения замерных станций:

- Замерная станция № 1 в зоне опережения лавы № 18—27 от ПК 4 до ПК 16
- Замерная станция № 2 в зоне отсечения породных консолей от ПК 37 до ПК 45
- Замерная станция № 3 в зоне, где не производилось отсечение породных консолей от ПК 47 до ПК 54

Измерения проводились рулетками ВНИМИ, конвергометрами и другими мерными инструментами. Погрешность измерений не должна была превышать 2 мм. При необходимости определения качества закрепления анкерных стержней применялся прибор ПКА. При каждом измерении определялось положение линии очистного забоя, и наносилась на план горных работ. Велся журнал инструментальных исследований. При получении информации об опасных про-

явлениях горного давления необходимо было сообщить дежурному по шахте и руководству участка.

Период и частота шахтных измерений были приурочены к скорости подвигания очистного забоя № 18—27. Учитывая, что данный очистной забой находился в процессе доработки, измерения конвергенции пород почвы и кровли вентиляционного штрека № 18—29 предусматривалось проводить не менее трех раз в неделю.

Предусматривалось после остановки лавы № 18—27 измерения с меньшей частотой (1—2 раза в месяц) необходимо продолжить в течение шести месяцев с целью получения более полной информации о деформационных процессах в массиве и вентиляционном штреке № 18—29.

По окончании периода натуральных измерений производится графоаналитическая обработка, выводы и рекомендации, которые используются для составления паспортных схем основного крепления выработок или средств усиления крепи выработок по пласту Толмачевскому. Расчет паспортов крепления выработок производят с учетом полученных результатов.

Расчет параметров шпурового торпедирования был произведен согласно «Инструкции по выбору способов и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках» [1] и состоял из следующих разделов:

1. Анализ горно-геологической информации по пласту Толмачевскому и вмещающим породам.
2. Расчет радиуса зоны трещинообразования.
3. Высота заложения нижнего торца заряда.
4. Высота заложения верхнего торца заряда.
5. Расстояние между шпурами (скважинами).

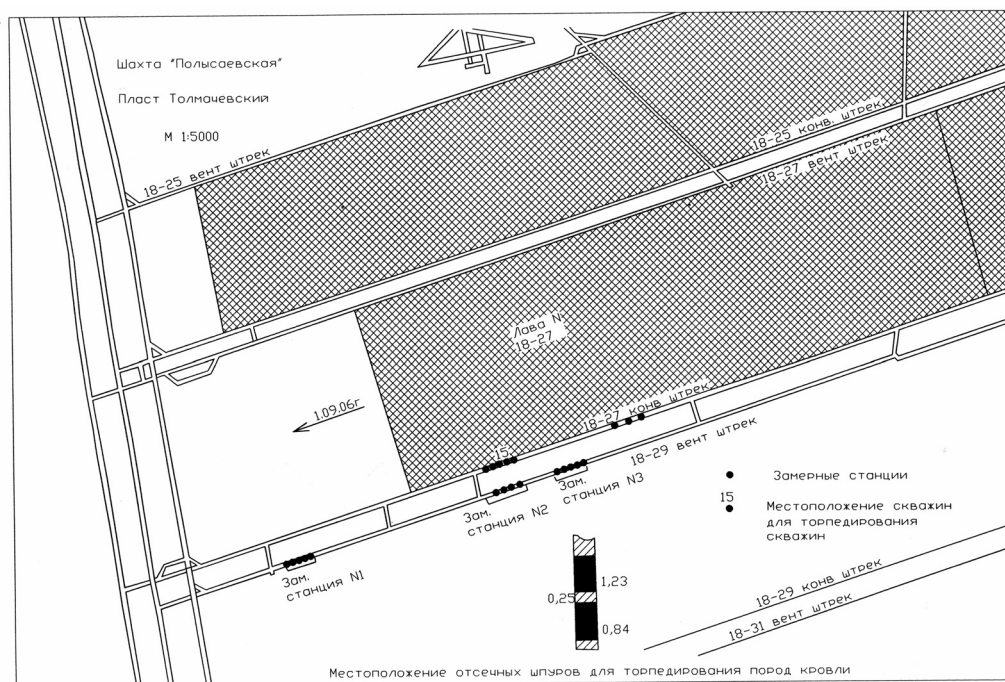


Рис. 1. Схема заложения замерных станций

6. Длина шпуров.
7. Количество шпуров.
8. Масса заряда в шпуре.
9. Определение длины породной консоли.

Замерная станция № 1 (ПК 12—15) была установлена 26.09.06.

Начальный отсчет на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 1827 (см. табл. 1).

На основании инструментальной регистрации значений изменения вертикальной конвергенции на 4.10.06. выявлено следующее:

Средние значения скорости вертикальной конвергенции показали, что средневзвешенная скорость вертикальной конвергенции на ЗС № 1 составила 0,14 мм/сут. (за недельный период от начального времени заложения станций), а среднее значение общих смещении составило 1,2 мм.

Очистной забой № 18—27 на 4.10.06г. находился на удалении (95—120 м) от замерных пунктов ЗС № 1, т.е. подвигание очистного забоя составило 45 м.

Согласно статистическому анализу данных измерения вертикальной конвергенции за период с 26.09.06 по 20.02.07 (которые производились с недельной периодичностью) были сделаны следующие выводы:

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции составило 0,21 мм/сут. за месячный период измерений, в то же время положение очистного забоя № 18—27 относительно ЗС № 1 было практически на одной линии в плане, т.е. ЗС № 1 находилась в зоне влияния очистной выработки. При дальнейшем удалении очистного забоя от ЗС № 1 до границы доработки в плане, данные

измерений показали степень снижения вертикальной конвергенции и стабилизации до уровня 0,08 мм/сут. за период 5 месяцев.

По величине смещений и скорости смещений пород кровли оценивалось проявление горного давления в пространстве и во времени. Анализ графических зависимостей построенных в результате инструментального контроля на замерных станциях выявил следующее:

Активное влияние динамических нагрузок на участке ЗС № 1 зарегистрировано с 31.10.2006 (расстояние на данный момент времени от ЗС № 1 до лавы № 1827 составило 21 м) по 12.12.2006 (расстояние на данный момент времени от ЗС № 1 до лавы № 18—27 составило — 110 м — оставка лавы на границе отработки).

Замерная станция № 2 (ПК 38—42) была установлена 19.09.06. Начальный отсчет на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18—27 отражено в табл. 2.

На основании инструментальной регистрации значений изменения вертикальной конвергенции, с помощью конвергометра на 26.09.06. выявлено следующее.

Средние значения скорости вертикальной конвергенции: средневзвешенная скорость вертикальной конвергенции на ЗС № 2 составляла 0,42 мм/сут. за недельный период, а среднее значение общих смещений составило 3,0 мм. Очистной забой лавы № 18—27 на 4.10.06 находился на удалении (—116 ч —156 м) от замерных пунктов ЗС № 2.

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции составило 0,42 мм/сут за 5 месячный период, в то же время положение забоя лавы № 18—27 относительно ЗС № 2 было —120 м. При дальнейшем удалении очистного забоя от ЗС № 2 в плане данные измерений показали степень снижения вертикальной конвергенции и стабилизации до уровня 0,04 мм/сут за период 5 месяцев.

Таблица 1

Замерные пункты	Начальный отсчет, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18—27 в плане, м
ЗП1	2551	165
ЗП2	2630	159
ЗП3	2543	153
ЗП4	2407	146
ЗП5	2485	140

Таблица 2

Замерные пункты	Начальный отсчет, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18—27 в плане, м
ЗП1	2404	—68
ЗП2	2549	—78
ЗП3	2432	—88
ЗП4	2475	—98
ЗП5	2443	—108

На основании анализа результатов оперативной визуальной оценки наблюдений состояния контура и крепи вентиляционного штрека № 18—29 на протяжении ЗС № 2 от 11.10.06 можно сделать следующее заключение:

На протяжении участка от ПК 34 до ПК 40, (начальном участке заложения замерных пунктов ЗС № 2) выявлено расслоение обнажений левой замковой части выработки на величину до 0,1 м, что показывает степень активного проявления горного давления у замка выработки, результате зависание части породной консоли, не разупрочненной предварительным торпедированием в конвейерном штреке № 18—27 и, как следствие, изменение начальных

параметров вентиляционного штрека № 18—29.

Замерная станция № 3 (ПК 48—52) была установлена 19.09.06 г.

Начальный отсчет на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 18—27 отражены в табл.3.

Средние значения скорости вертикальной конвергенции показали: средневзвешенная скорость вертикальной конвергенции на ЗС № 3 составила ОД 8 мм/сут (за недельный период от начального времени заложения станций), а среднее значение общих смещений составило 2,4 мм. Очистной забой № 18—27 на 5.10.06 находился на удалении (-218 ч —258) м от замерных пунктов ЗС № 3.

Таблица 3

Замерные пункты	Начальный отсчет, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя №18—27 в плане, м
ЗП1	2592	—169
ЗП2	2453	—179
ЗП3	2316	—189
ЗП4	2522	—199
ЗП5	2467	—230

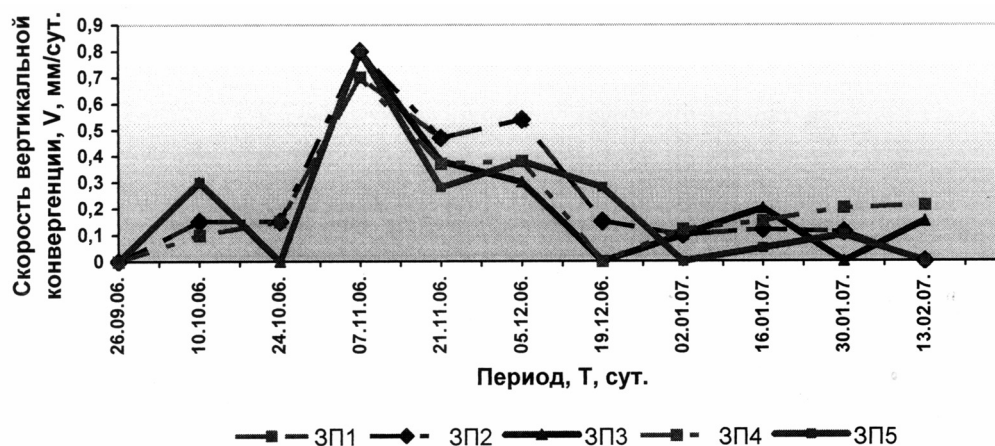


Рис. 2. Графическая зависимость скорости вертикальной конвергенции от времени наблюдений на ЗС № 1

На основании статистического анализа измерения вертикальной конвергенции за период с 19.09.06 г. по 20.02.07 г. (которые производились с недельной периодичностью) можно сделать следующие выводы.

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скорости вертикальной конвергенции составило 0,18 мм/сут за 5 месячный период, в то же время положение очистного забоя № 18—27 относительно ЗС № 3 в плане составило расстояние —240 м. При дальнейшем удалении очистного забоя от ЗС № 3 данные измерений показали степень снижения вертикальной конвергенции и стабилизации до уровня 0,042 мм/сут за период 5 месяцев.

На основании визуальной оценки наблюдений состояния контура и крепи вентиляционного штрека № 18—29 на участке ЗС № 3 от 11.10.06. можно сделать следующее заключение: характер проявлений горного давления выражен в локальных отслоениях пород левой замковой части выработки на величину до 0,1 м (на участке заложения замерной станции № 3).

В результате анализа установлено, что интенсивность горного давления на участке ЗС № 2 стабилизировалась раньше, чем на других замерных станциях.

Это свидетельствует о положительной эффективности мероприятий по отсечению зависших породных консолей в отработанном пространстве очистного забоя № 18—27 у конвейерного штрека № 18—27.

Это можно объяснить тем, что на линии расположения замерных пунктов замерной станции № 1 расположенной в вентиляционном штреке № 8—29 в конвейерном штреке № 18—27 работы по отсечению консоли не проводились, что повлияло на максимальное смещение кровли в конвейерном штреке № 18—27.

Максимальное значение скорости вертикальной конвергенции зарегистрировано на участке ЗС № 1 и на одном замерном пункте ЗС № 2, составило 0,8 мм/сут. В целом состояние выработки удовлетворительное.

В заключение необходимо сказать, что наблюдения за состоянием кровли вентиляционного штрека № 1829 необходимо продолжить при отработке очистного забоя № 18—29.

По истечению четырех месяцев после отработки очистного забоя был обследован № 18—29 вентиляционный штрек (06.02.07). Результаты обследования положительные.

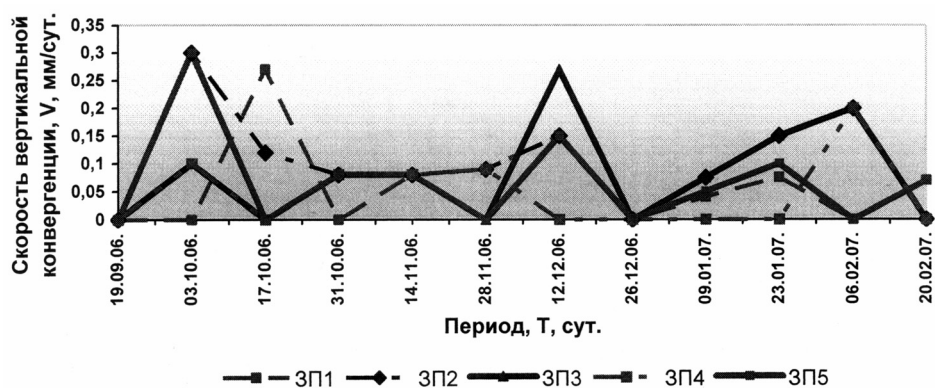


Рис. 3. Графическая зависимость скорости вертикальной конвергенции от времени наблюдения на ЗС № 3

Заклучение

Для уменьшения нагрузки на крепь выработок и величин смещений пород кровли необходимо создать, до начала влияния очистных работ по контуру выработки в породах зависающей кровли, зону активного трещинообразования с помощью буровзрывных работ. При этом несущая способность оставшейся части консоли кровли над выработкой используется в качестве естественного верхняка крепи, что значительно снижает смещения и нагрузку на крепь выработки. Для проведения взрывных работ необходимо применить способ принудительного обрушения кровли путем взрывания шпуровых зарядов отсечными шпурами в кровлю. Так как разупрочнение кровли в лаве 18—27 не производится и мощность труднообрушающихся пород не превышает 18 м, для охраны подготовительной выработки 18—29 вентиля-

ционный штрек нужно применять схему расположения шпуров для принудительного обрушения кровли по [1]. Методика этого способа предложена [3] и апробирована на пласте Бреевском шахты Польшаевская [3]. В результате применения способа принудительно обрушения кровли пласта Бреевского путем взрывания шпуровых зарядов, смещения кровли в повторно используемой выработке уменьшились в 2 раза, а смещения почвы в 5—7 раз. Параметры взрывания шпуровых зарядов были выбраны на основании геологического строения кровли, инструментальных измерений смещений и возможности бурения и опыта работ приведенных в [3, 4]. Для проведения взрывных работ необходимо применять отсечные шпуры в кровлю диаметром 40—45 мм с углом наклона 70—75° в сторону будущего обрушенного пространства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Инструкция* по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. ВНИМИ. Ленинград. 1982 г.
2. *Штумпф Г.Г., Рыжков Ю.А. и др.* Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна. Справочник. Москва. Недра. 1994.
3. *Чельцова Н.М.* Автореферат. Геомеханические основы выбора способов эффективного поддержания и рационального расположения подготовительных выработок при труднообрушаемых кровлях в условиях Интинского месторождения. Ленинград. 1988 г.
4. *Коновалов Л.М.* Совершенствование способов управления горным давлением в повторно используемых выработках шахт Ленинского района Кузбасса. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кемерово, 1994 г.
5. *Справочник взрывника.* Под редакцией Б.Н.Кузцова. Москва. Недра. 1988.
6. *Якоби О.* Практика управления горным давлением. М.: Недра, 1987
7. *Геомеханика / П.В. Егоров, Г.Г. Штумпф, А.А. Ренев, Ю.А. Шевелев, И.В. Махраков, В.В. Сидорчук // Учебное пособие.* — Кемерово, Кузбассвузиздат, 2001.
8. *Геомеханика / М.В. Рыльникова, О.В. Зотеев // издательский дом «Руда и Металлы», 2003*
9. *Борисов А.А.* Механика горных пород и массивов, М.: Недра, 1980. — 360 с.

ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Бубнов К.А. — аспирант,
Ремезов А.В. — доктор технических наук, профессор,
Кузбасский государственный технический университет, kuzstu@kuzstu.ru