

УДК 622.831.245

В.М. Ануфриев, А.В. Рогачков, А.В. Ремезов, Л.М. Коновалов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ЛАВЫ 1827 ПЛ. ТОЛМАЧЕВСКОГО НА ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ ШТРЕК НИЖЕ ПОДГОТАВЛИВАЕМОЙ ЛАВЫ 1829

Необходимо в начале статьи вернуться к истории, вызвавшей необходимость проведения работ по снижению влияния горного давления лавы № 1827 на параллельную ниже проведенную по пласту выработку – вентиляционный штerek № 1829.

Вентиляционный штerek 18-27 был проведен ниже лавы 1825 с оставленным целиком углем 20 м. Осложнений с состоянием крепи штреека не было.

При дальнейшем планировании горных работ в связи с прогнозными показаниями, усложняющими состояние основной кровли, в результате расчетов ширина целика между конвейерным штрееком 1827 и вентиляционным штрееком 1829 была принята 30м. До разрезной печи 1827 очистной забой 1827 отрабатывался оставленным с целиком 30м, при этом влияние горного давления от очистного забоя 1827 на вентиляционный штerek 1829 не было. В связи с этими данными, ориентируясь на ранее отработанную лаву 1825, было принято решение о сокращении целика угля между конвейерным штрееком 1827 и вентиляционным штрееком 1829 до 25м. При дальнейшей отработке очистного забоя 1827 влияние очистного забоя 1827 на крепь вентиляционного штреека 1829 усилилось. При этом в результате исследования результатов каротажных работ было выявлено изменение состояния кровли пласта на данной площади выемочного столба № 1827. В результате основная кровля стала зависать на значительной площади, в результате чего увеличилось горное давление на межлавный целик и крепь вентиляционного штреека 1829.

В результате интеллекту-

ального поиска решений было принято решение по бурению отсечных скважин и производства БВР с целью образования искусственной трещиноватости в основной кровле и обрушения зависающей консоли.

Задачей данных исследований является определить эффективность принятых и выполненных мероприятий.

Для выполнения мероприятий вентиляционный штerek 1829 был оборудован тремя замерными станциями, которые в свою очередь были оборудованы станциями контроля раслоения пород кровли выработок (СКЦ) (рис. 1).

Геологическая характеристика пл. Толмачевского выемочного столба 1827

Исходными геологическими данными для расчета параметров скважинного торпедирования являются:

Состав пород кровли уточнен по данным геофизических исследований результатом каротажа по скважинам 10623, 10605, 10559, расположенным вдоль столба очистного забоя 1829.

Непосредственная кровля пласта представлена мелкозернистым алевролитом темно-серого цвета, трещиноватым, мощность слоя которого изменяется от 0 до 1,4 м.

Основная кровля пласта представлена слоями песчаника (от мелкозернистого до среднезернистого). В верхней части слоя залегает песчаник крупнозернистый. Слои песчаников основной кровли – труднообрушающиеся. Оценка кровли по нагрузочным свойствам производится по отношению $h_{л.о.}/m$, где $h_{л.о.}$ – суммарная мощность

легкообрушающихся слоев пород, м; m – вынимаемая мощность угольного пласта, м.

По данным разреза

$$\frac{h_{л.о.}}{m} = \frac{0-1,4}{2,28} = 0-0,6,$$

следовательно, согласно п. 4 [1] кровля пл. Толмачевского по нагрузочным свойствам относится к тяжелой. Наиболее сложные условия по проявлению горного давления на крепь следует ожидать на участке середины столба лавы, где $h_{л.о.} = 0$ м.

Толщина основной кровли пласта по данным каротажа состоит в основном из переслаивания песчаников с плавными границами перехода одной разности в другую. По данным каротажа выделены 3 слоя труднообрушаемых пород, шаг посадки которых зависит от мощности, крепости пород и наличию слабых контактов. Наиболее тяжелый по нагрузочным свойствам ($\sigma_{сж}$ до 70 МПа, мощность от 7,4 до 9,2 м) слой песчаника слоистого близкого к среднезернистому, залегающему на расстоянии от 3,6 до 12,8м от кровли пласта.

Прочность пород на растяжение и сжатие (σ_p , $\sigma_{сж}$, МПа), модуль упругости (E , МПа) и коэффициент Пуассон (μ); скорость продольной волны в массиве (C_p^M , см/с), объемный вес пород (γ , Н/см³); сцепление (C , МПа); угол внутреннего трения (φ , град.) установлены по данным [2], совпадают с данными геологического прогноза шахты и приведены в табл. 1.

Мощность рыхлых отложений над выемочным столбом очистного забоя № 18-29 колеблется от 6-12 до 10-50 м на

Таблица 1

Породы	σ_p^M МПа	$\sigma_{cж}$ МПа	$E \cdot 10^{-4}$ МПа	μ	$\gamma, \text{Н/см}^3$)	$C_p^M, \text{см/с}$	$g, \text{см/с}^2$	$\sigma_p^h, \text{МПа}$
Песчаник, м/з, с/з	6,9	60,6	3,1	0,21	0,0256	3713	981	11,1

Породы	Сцепление, $C, \text{МПа}$	Угол внутр. трения, $\varphi, \text{град.}$	Глубина разработки, м	Акустическая жест- кость, $\gamma \cdot \frac{C_p^M}{g}, \text{Н с/см}^3$	Радиус заряда (патрона) $r_3, \text{см}$
Песчаник м/з, с/з	16,8	39	420,0	9,7	1,8-3,0

приподнятых участках поверхности.

Мощность пл. Толмачевского в контуре выемочного столба очистного забоя № 18-29 по данным зарисовок по 18-27 конвейерному штреку и данным разведки колеблется от 2.00 до 2.43 м.

Пласт угля состоит из двух пачек, разделенных прослойком алевролита мощностью 0.21-0.48 м. Уголь пласта - блестящий и полублестящий с тонкими прослойками матового. Уголь кларенового типа с содержанием витринита 88%. В угольных пачках и прослойке хорошо развиты трещины кливажа, которые простираются под

углом 40-60° к оси штреков и имеют крутое падение.

Трещины кливажа нередко способствуют отжимам угля от забоя и бортов штреков. Особую опасность представляют отжимы угля от бортов штреков, куски которых могут достигать до $1.0 \times 1.0 \times 0.5$ м.

При ведении горных работ возможны также частичные защемления и размыки пласта, заполненные песчаником и «колчеданом».

Угол падения пласта в контуре лавы будет меняться: от 6° у уклонов до 8° в нижней части монтажной камеры и до 14° в ее верхней части.

Пласт, как по падению, так

и по простиранию имеет пликтативную нарушенность.

Уголь пласта имеет следующие прогнозные характеристики:

марка угля - «Г»,
зольность пластовая - 21.1%,
зольность угольных пачек - 8.4%,
влажность материнская - 3.3%,
природная газообильность - 16-18 м³/т.

Пласт не самовозгорающийся, угрожаемый по горным ударам (в контуре лавы), не опасен по внезапным выбросам угля и газа и опасен по взрывчатости угольной пыли и газа метана.

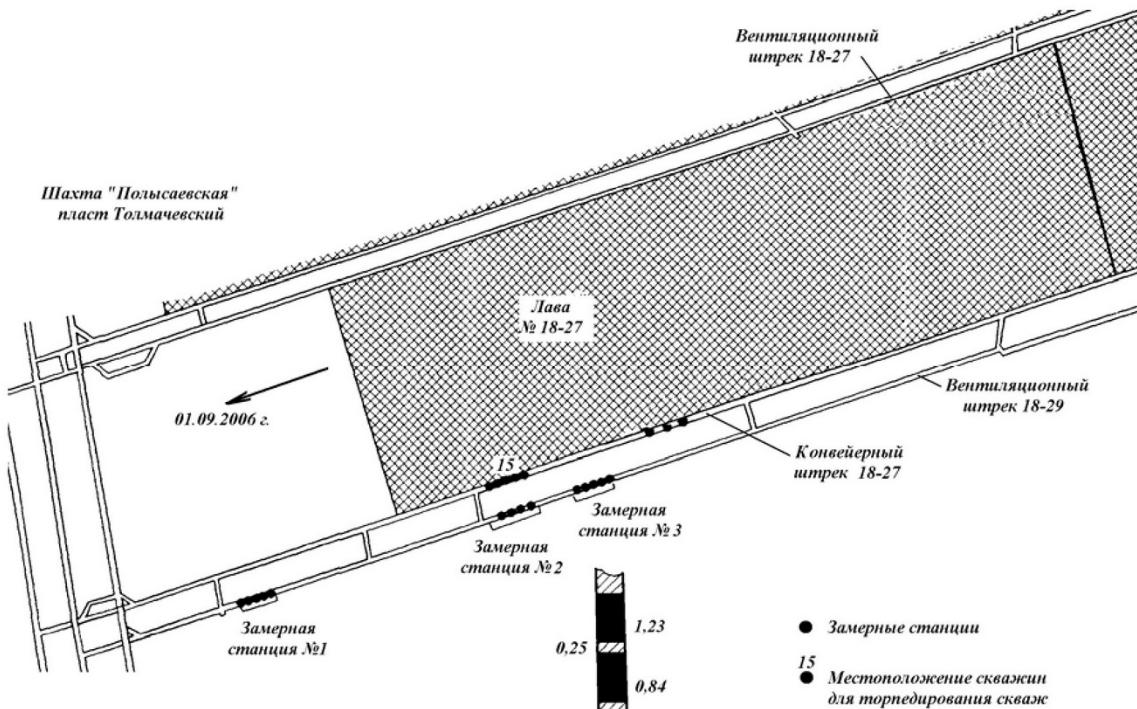


Рис. 1. Схема расположения отсечных шпурков и замерных станций

Таблица 2. Условия и параметры лавы № 18-29 (заключение гл. геолога на отработку лавы)

Наименование параметров объектов	Характеристика, показатели
Размеры блока, м: по простирианию по падению	- для подсчета балансовых запасов: 2550м (от зап. борта 18-2 вент. уклона до вост. борта 18-2 флангового уклона). - для подсчета промышленных запасов: (2300+20=2320 м (2300 м от границы доработки до вост. борта монтажной камеры и + 20 м на 5 уклонов) Фронт лавы по данным маркш. Службы - от монтажной камеры до пром. разрезной печи от 266,0 до 264,5м - от пром. разрезной печи до границы доработки от 270,2 до 271,0м

Вмещающие породы

Пласт почти повсеместно имеет ложную кровлю мощностью около 0,10 м, представленную углистым (сажистым) аргиллитом ($f = 2$) или сильно трещиноватым алевролитом («слоненка»). Она обрушается практически сразу после обнажения.

Непосредственная кровля в контуре лавы сложена мелко и среднезернистым трещиноватым алевролитом мощностью 2-6 м. На отдельных участках мощность ее может уменьшаться до 0-0,5 м и замещаться песчаником. В таких локальных местах наблюдается, как правило, капеж воды, а иногда и струйчатое выделение воды.

Основная кровля представлена мелко и среднезернистым песчаником. Мощность - 8-16 м.

Непосредственно в почве пласта залегает или углистый аргиллит (реже), или влажный слабый алевролит (типа влажной глины) мощностью 0,03-0,12 м. Ложная почва из-за малой прочности технологически оставляется не может и вынимается вместе с пластом.

Основная почва пласта сложена из мелкозернистого алевролита. Почва пласта относится к среднеустойчивой с предель-

ным сопротивлением вдавливанию 1,5-2,5 МПа.

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.3.

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

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

Очистной забой №1827 на 4.10.06 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 скоро-

сти вертикальной конвергенции составило 0,21 мм/сут за месячный период измерений, в то же время положение очистного забоя №1827 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 21м) по 12.12.2006 (расстояние на данный момент времени от ЗС №1 до лавы № 1827 составило -1 Юм - остановка лавы на границе отработки).

Замерная станция №2 (ШС 38 - 42) была установлена 19.09.06. Начальный отсчет на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 1827 отражены в табл. 4..

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

Таблица 3

Замерные пункты	Начальный отчет, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 1827 в плане, м
ЗП 1	2551	165
ЗП 2	2630	159
ЗП 3	2543	153
ЗП 4	2407	146
ЗП 5	2485	140

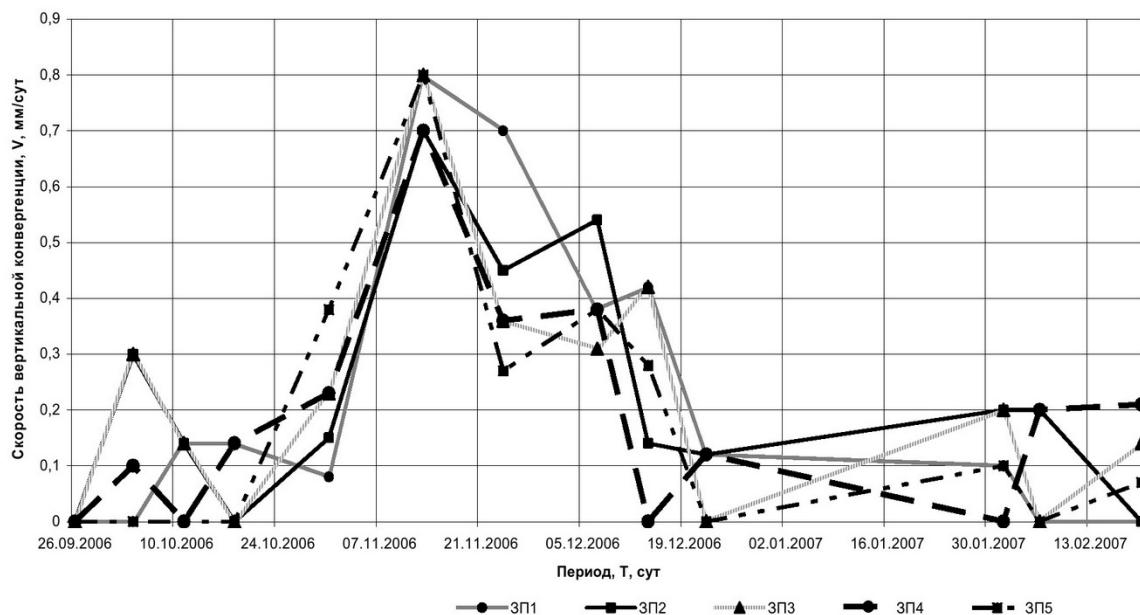


Рис. 2. Графическая зависимость скорости вертикальной конвергенции от времени наблюдений на ЗС № 1.

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 №1827 на 4.10.06 находился на удалении (-116 - -156м) 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 №1827 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.

На основании анализа результатов оперативной визуальной оценки наблюдений состояния контура и крепи вентиляционного штreta 1829 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 1827 и как следствие изменение начальных параметров вентиляционного штreta №1829.

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

Начальный отсчет на замерных пунктах и первичное расстояние от замерных пунктов до очистного забоя №1827 отражены в табл. 5.

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 №1827 на 5.10.06 находился на удалении (-218 - -258) м от замерных пунктов ЗС № 3.

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

Максимальное (среднее по пяти замерным пунктам) значение скоро-

Таблица 4

Замерные пункты	Начальный отчет, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 1827 в плане, м
ЗП 1	2404	- 68
ЗП 2	2549	- 78
ЗП 3	2432	- 88
ЗП 4	2475	- 98
ЗП 5	2443	- 108

Таблица 5

Замерные пункты	Начальный отчет, мм	Расстояние от замерных пунктов до очистного забоя № 1827 в плане, м
ЗП 1	2592	- 169
ЗП 2	2453	- 179
ЗП 3	2316	- 189
ЗП 4	2522	- 199
ЗП 5	2467	- 230

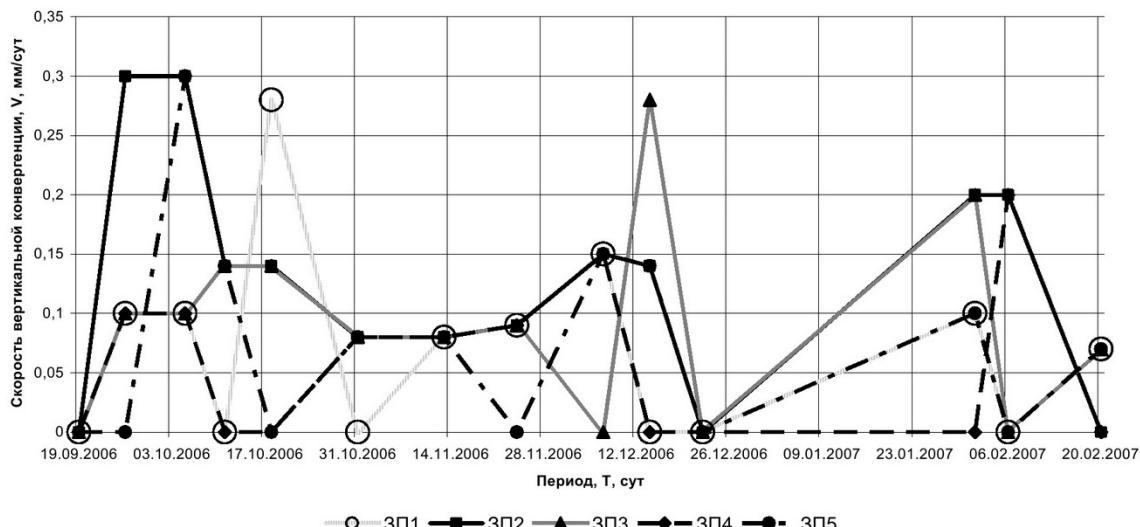


Рис.3 Графическая зависимость скорости вертикальной конвергенции от времени наблюдении на ЗС № 3

сти вертикальной конвергенции составило 0,18 мм/сут за 5 месячный период, в то же время положение очистного забоя №1827 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 штреека 1829 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 1827 у конвейерного штрека 1827.

Это можно объяснить тем, что на линии расположения замерных пунктов замерной станции № 1, расположенной в вентиляционном штрееке 1829 в

конвейерном штреке 1827 работы по отсечению консоли не проводились, что повлияло на максимальное смещение кровли в конвейерном штреке 1827.

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

В целом состояние выработки удовлетворительное.

В заключение необходимо сказать, что наблюдения за состоянием кровли вентиляционного штреека № 1829 необходимо продолжить при отработке очистного забоя 1829.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. ВНИМИ. Ленинград. 1982г.
- Штумпф Г.Г., Рыжков Ю.А. и др. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна. Справочник. Москва. Недра. 1994
- Чельцова Н.М. Геомеханические основы выбора способов эффективного поддержания и рационального расположения подготовительных выработок при труднообрушаемых кровлях в условиях Интинского месторождения (автореферат). - Ленинград. 1988 г.
- Коновалов Л.М. Совершенствование способов управления горным давлением в повторно используемых выработках шахт Ленинского района Кузбасса. Дис... канд...техн. наук. -Кемерово, 1994 г.
- Справочник взрывника. Под редакцией Б.Н. Кутузова. Москва. Недра. 1988.

□ Авторы статьи:

Ануфриев
Валерий Михайлович
– соискатель каф. подземной
разработки месторождений
полезных ископаемых

Рогачков
Антон Владимирович
– студент гр. МГд-051

Ремезов
Анатолий Владимирович
– докт. техн. наук, проф.
каф. подземной разработки
месторождений полезных
ископаемых

Коновалов
Леонид Михайлович
– канд.техн.наук, директор
ООО «ЦАКК»