

DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.47.12.002

УДК 622.272.6:622.274.5:622.284

© В.В. Семенцов, Д.В. Осминин, Е.В. Нифанов, 2021

В.В. СЕМЕНЦОВ

канд. техн. наук,
заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru



Д.В. ОСМИНИН

канд. техн. наук,
ведущий научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: odw-sds@yandex.ru



Е.В. НИФАНОВ

научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: e.nifanov@nc-vostnii.ru

УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫЕМОЧНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТОВ С ТРУДНООБРУШАЮЩИМИСЯ КРОВЛЯМИ

В настоящее время на угольных шахтах РФ все больше в отработку вовлекаются запасы пластов с труднообрушающимися кровлями, выемка которых осложнена в периоды проявления осадок основной кровли, что приводит к возникновению аварийных ситуаций с устойчивостью выемочных выработок в зоне опорного давления от очистного забоя. В выемочных выработках происходят деформации и разрушения крепи, вывалы и обрушения пород и угля, пучение почвы, в ряде случаев имеющее динамический характер. Сложившаяся ситуация требует значительных материальных, временных и физических ресурсов для приведения горных выработок в безопасное состояние и продолжения работы очистного забоя.

Ввиду этих обстоятельств требуется научное обоснование эффективных способов активного управления геомеханическим состоянием горного массива и повышения устойчивости горных выработок при отработке пластов с труднообрушающимися кровлями.

Ключевые слова: ТРУДНООБРУШАЕМАЯ КРОВЛЯ, УСТОЙЧИВОСТЬ, ВЫЕМОЧНАЯ ВЫРАБОТКА, КОМПЛЕКС АКТИВНЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ КРОВЛЕЙ, КРЕПЬ.

ВВЕДЕНИЕ

На шахте АО «Распадская-Коксовая» ведение очистных работ по пласту III осложняется повышенными нагрузками и динамическими осадками труднообрушаемой основной кровли. В результате этого нарушается устойчивость непосредственной кровли в очистном забое и в выемочных выработках, устойчивость боков горных выработок, выходит из строя крепь выработок, происходят пучение и динамические разломы почвы горных выработок с повышенным выделением метана. Сложные условия ведения горных работ по пласту III оказывают значительное влияние на безопасные условия труда [1] и жизни шахтеров.

Управление труднообрушаемой основной кровлей — сложный комплекс мероприятий, зависящий от множества горно-геологических и горнотехнических факторов [2–7].

Учитывая данные обстоятельства, АО «НЦ ВостНИИ» осуществляет научное

сопровождение ведения горных работ в условиях пласта III АО «Распадская-Коксовая» с целью выявления ранних признаков динамических явлений, исследования проявлений горного давления, повышения безопасности работ при эксплуатации горных выработок и разработки эффективных способов их проведения, крепления и поддержания.

ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТРАБОТКИ ПЛАСТА III

Отработка пласта III в условиях АО «Распадская-Коксовая» ведется в особо сложных горно-геологических условиях.

Ведение горных работ по пласту III с труднообрушаемой основной кровлей на значительной площади осложняется серией горно-геологических нарушений типа надвига с амплитудами до 2,0 м, преимущественно распространяющихся диагонально через выемочные участки (рис. 1).

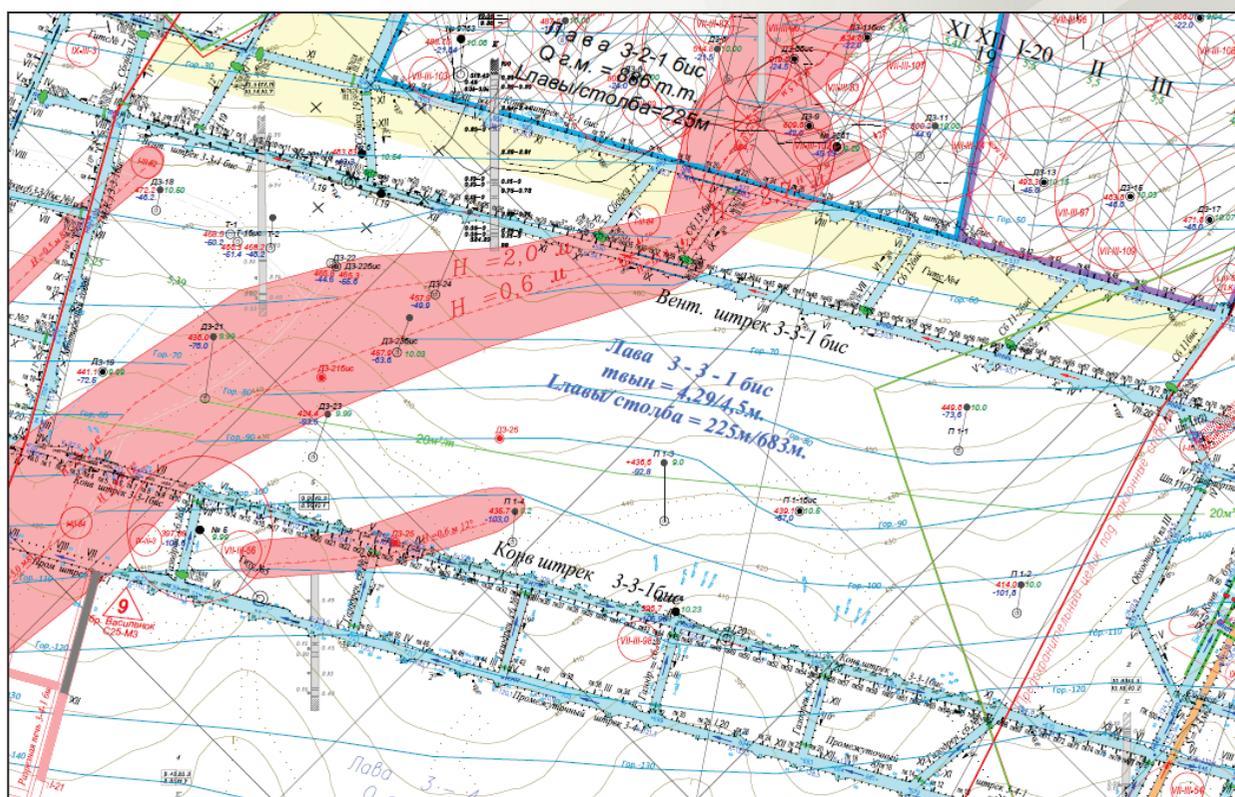


Рис. 1. Выкопировка с плана горных выработок пласта III

Мощность пласта III изменяется от 9,99 м до 10,83 м, средняя — 10,41 м. В верхней части пласта имеется прослой мощностью до 0,35 м, а в нижней части пласта прослой невыдержанной мощности до 0,10–0,25 м.

Коэффициент крепости угля пласта III по шкале профессора М.М. Протоdjяконова составляет $f = 0,9–1,5$. При этом более слабые пачки угля залегают в нижней части пласта.

Гипсометрия пласта пологоволнистая, угол падения пласта от 10° до 12° . По качественным показателям уголь пласта III относится к марке К.

Непосредственная кровля пласта представлена средне-крупнозернистым слоистым алевролитом, мощностью 8–10 м. Крепость пород непосредственной кровли составляет $f = 5–7$, с пределом прочности при сжатии $\sigma_{сж} = 50–70$ МПа.

Основная кровля пласта отделяется от непосредственной кровли угольным пластом II мощностью до 0,25 м. Кровля сложена слоистыми от мелкозернистого до крупнозерни-

стого песчаниками мощностью 23–25 м и крепостью $f = 8–10$, с пределом прочности при сжатии $\sigma_{сж} = 80–100$ МПа. Кровля труднообрушаемая.

Почва пласта представлена средне-крупнозернистым слоистым алевролитом. Породы почвы пласта имеют коэффициент крепости $f = 6–7$, предел прочности при сжатии $\sigma_{сж} = 60–70$ МПа.

Пласт III угрожаем по горным ударам с глубины 150 м, по внезапным выбросам угля и газа угрожаем с глубины 300 м. Уголь пласта III склонен к самовозгоранию, а угольная пыль взрывоопасна.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТРАБОТКИ ПЛАСТА III

Пласт III отрабатывается системой разработки длинными столбами по простиранию с управлением кровлей полным обрушением, с оставлением межлавных целиков (рис. 2).

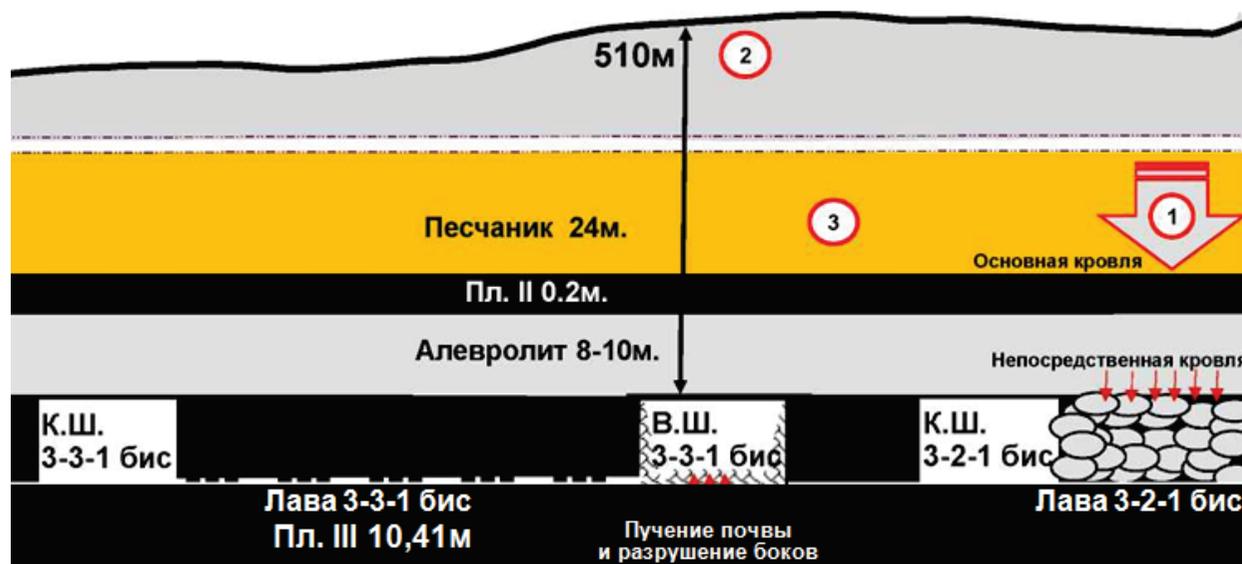


Рис. 2. Схема выемочного участка 3-3-1бис пласта III

Выемка угля в очистном забое осуществляется механизированным комплексом по односторонней схеме. Вынимаемая мощность пласта составляет 4,5 м, а длина очистного забоя — 225 м.

Выемочные выработки (вентиляционный и конвейерный штреки) крепятся анкерной

крепью. Сечение выработок в проходке составляет $S_{пр} = 24,0$ м² с шириной выработок 6,0 м и высотой по центру 4,0 м.

В зоне опорного давления выемочные выработки усиливаются на протяжении 20 м от очистного забоя канатными анкерами типа АК01-25, а в местах повышенного

проявления горного давления деревянными стойками Ø200 мм под брус-пластину или козловой клетью типа «Лего».

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И НАБЛЮДЕНИЙ

В ходе научного сопровождения ведения горных работ в условиях пласта III специалистами АО «НЦ ВостНИИ» проводятся следующие систематические исследования и наблюдения:

- визуальные наблюдения за состоянием приконтурного массива выработок и элементов анкерной крепи;

- измерения смещений пород кровли трехуровневыми реперами глубинными типа РГ-3М, нагрузок на анкерную крепь с использованием индикаторов нагрузки ИН(Н) и динамометров гидравлических анкерных (ДГА);

- оценка закономерностей изменений общей конвергенции «кровля – почва» и «бок – бок» с помощью контурных реперов;

- видеоэндоскопическое обследование пород кровли выработок в зоне опорного давления от очистного забоя;

- геофизические исследования массива на предмет выявления аномальных зон.

Данные, полученные в результате наблюдений в выемочных выработках при отработке лав 3-2-1бис и 3-3-1бис, позволяют сделать выводы о характере и степени проявления горного давления при поддержании выемочных выработок в зоне влияния опорного давления от очистного забоя:

1. Повышенное горное давление в выемочных выработках наблюдается на протяжении 15–20 м от очистного забоя. На данных участках выработок происходят различного рода сдвигания, опасные деформации, вывалы и разрушения угля в боках по всей высоте выработок.

2. В выемочных выработках развиваются незатухающие во времени смещения почвы и боков, приводящие к разрушению анкерной крепи в боках выработок и нарушению безопасных условий их эксплуатации.

3. Интенсивность конвергенции в выра-

ботках в направлении «бок – бок» составляет 100–300 мм, а в направлении «кровля – почва» — 200–400 мм. При этом сближение пород «кровля – почва» связано с пучением почвы выработок.

4. Кровля выемочных выработок устойчивая, развитие интенсивных (более 5 мм в сутки) и критических (более 50 мм) расслоений пород во всех слоях кровли не наблюдается, показания реперов на замерных станциях РГ-3М в зеленой зоне.

5. Нагрузки на анкерную крепь кровли выработок, измеренные динамометрами ДГА и индикаторами ИН(Н), не превышают критических значений и составляют не более 75 кН на анкер.

6. Анализ материалов видеоэндоскопического обследования скважин в зонах сопряжения очистного забоя с выемочными выработками показал, что интенсивная трещиноватость пород кровли распространяется в нижней части непосредственной кровли на глубину не более 1,2–1,5 м, далее на глубину до 10 м породный массив однороден и монолитен. Выявленные трещины природного происхождения, в основном горизонтальные, и являются плоскостями ослабления между литологическими разностями. Расстояние между трещинами составляет 0,2–0,5 м, а величина их раскрытия не превышает 15–20 мм.

7. Принятые в соответствии с требованиями «Инструкции...» [8] параметры крепи усиления выемочных выработок в зоне опорного давления только канатными анкерами не обеспечивают надежное поддержание выработок и безопасные условия их эксплуатации. Дополнительная крепь из деревянных стоек Ø200 мм выходит из строя в 5–10 м впереди очистного забоя из-за интенсивного пучения почвы выработок.

8. При выемке угля в зонах влияния геологических нарушений наблюдается интенсивное проявление геомеханических процессов в виде динамической посадки основной кровли на большой площади. При отработке лавы 3-2-1бис в опасной зоне из-за геологического нарушения происходила неуправляемая посадка основной кровли, что сопровож-

ждалось в вентиляционном штреке 3-2-1бис мгновенным динамическим пучением почвы до 1,6–2,0 м, разрушением боков и выдавливанием их в выработку до 1,5–2,0 м.

По результатам исследований установлено, что основными причинами пучения почвы выемочных выработок, разрушения боков и деформации крепи на сопряжении с очистным забоем и в зоне опорного давления являются:

- отсутствие разгрузки горного массива от зависания крепких песчаников основной кровли в выработанном пространстве действующего и смежного очистных забоев;
- несоответствие крепи усиления протяженности участков выемочных выработок;
- несовершенство применяемых типов и конструкций крепи усиления;
- недостаточная несущая способность крепи усиления.

АКТИВНЫЕ СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

С учётом проведенных наблюдений и опыта ведения горных работ при отработке выемочного участка 3-2-1бис технологической службой шахты совместно с профильными институтами были разработаны дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности ведения на выемочном участке 3-3-1бис. Данные мероприятия включают следующие активные способы и средства управления труднообрушающимися кровлями:

- проведение передового торпедирования в режиме сотрясательного взрывания при выводе механизированного комплекса из монтажной камеры;
- установка в выемочных выработках в зоне опорного давления от очистного забоя комбинированной крепи повышенного сопротивления, сочетание двухуровневой ан-

керной крепи с костровой крепью из лафета или типа «Лего»;

- применение направленного гидроразрыва (далее — НГР) прочных пород основной кровли;
- проведение взрывоцелевой разгрузки почвы выемочных выработок.

Комплекс активных способов и средств управления труднообрушающимися кровлями позволяет в выемочных выработках с некоторым опережением относительно очистного забоя на основе разгрузочных мероприятий, применения упрочняющих и поддерживающих крепей перераспределить горное давление и улучшить напряженно-деформированное состояние вмещающих пород в окрестностях выработок.

При применении направленного гидроразрыва кровли происходит разупрочнение крепких пород за счет создания трещин с заданной ориентацией в пространстве. В результате уменьшаются размеры обрушающихся блоков и создаются условия, при которых отрыв блоков происходит по плоскости за пределами выемочной выработки, что позволяет снизить нагрузки на крепь выработок.

Для обеспечения устойчивости выемочных выработок особое значение имеет костровая крепь, которая способствует разгрузке краевой части массива, оконтуриванию границ обрушения и защите выработок от обрушенного угля с боков. В то же время сочетание костровой крепи со взрывоцелевой разгрузкой почвы выработок выступает демпфером, своего рода амортизатором, для поглощения и сглаживания значительной ударной энергии при мгновенном динамическом пучении почвы выработок.

Схема комплекса активных способов управления труднообрушающимися кровлями в вентиляционном штреке 3-3-1бис приведена на рис. 3.

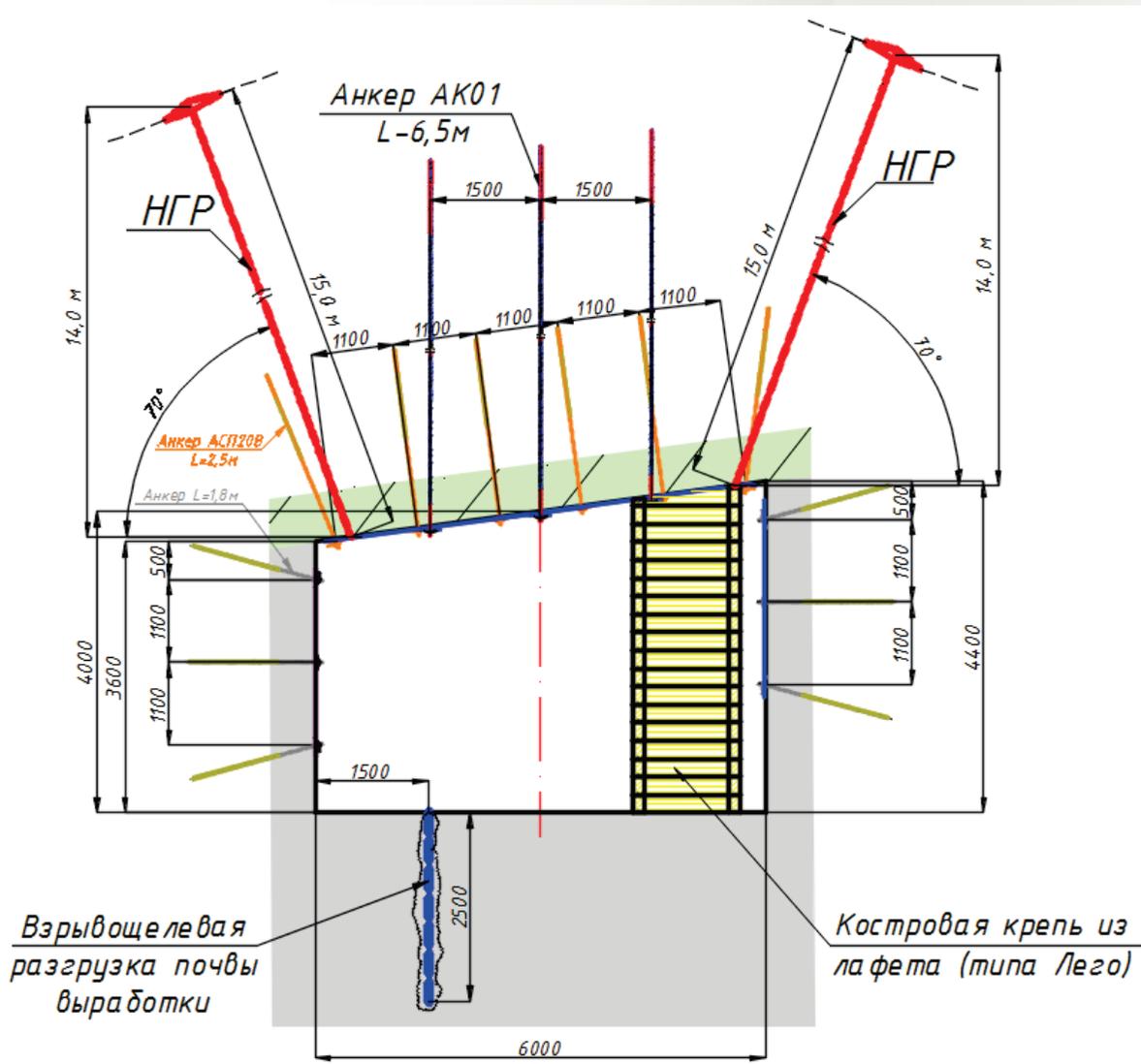


Рис. 3. Схема комплекса активных способов управления труднообрушающимися кровлями в вентиляционном штреке 3-3-1бис

Выполнение вышеприведенных мероприятий позволило при отработке лавы 3-3-1бис снизить степень и масштаб негативных разрушительных последствий при динамическом обрушении основной кровли на большой площади в зоне влияния серии сближенных геологических нарушений типа надвиг с амплитудами смещения 2,0 м, 1,5 м и 0,6 м.

При ведении горных работ в лаве 3-3-1бис, в зоне влияния сближенных геологических нарушений, вместо плавного опускания произошло резкое динамическое обрушение крупного блока основной кровли по осла-

бленной плоскости геологических нарушений, вызвавшее сотрясение углемечающего массива и распространение интенсивной сейсмической волны.

В момент обрушения основной кровли в лаве 3-3-1бис системой сейсмического мониторинга GITS, установленной на шахте и предназначенной для непрерывного контроля техногенных геомеханических и сейсмических процессов в горном массиве, зарегистрировано событие с энергией 5466 Дж (табл. 1), в десятки раз превышающей энергию в обычных условиях ведения горных работ.

Таблица 1

Данные, полученные при использовании системы сейсмического мониторинга GITS

Список событий	Время	Координаты			Энергия, Дж	Тип
		X	Y	Z		
1	2:23:43	58391	73294	-74	199	Событие
2	5:04:54	58358	73376	55	137	Событие
3	6:14:55	58389	73334	-42	297	Событие
4	8:09:44	58344	73364	-20	5466	Событие
5	8:13:50	58348	73412	-67	187	Событие
6	8:15:39	58359	73298	-34	391	Событие
7	8:21:41	58366	73290	-41	223	Событие
8	8:42:36	58543	73216	-81	227	Событие
9	8:53:30	58280	73294	-24	232	Событие
10	11:12:15	58231	72774	-93	47	Событие

Сейсмостанциями Алтае-Саянского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» было зафиксировано техногенное землетрясение с магнитудой 3,4, совпадающее по времени и координатам с посадкой пород основной кровли в выработанном пространстве лавы 3-3-1бис.

Во время обрушения основной кровли шахтеры, находящиеся в вентиляционном штреке 3-3-1бис вблизи очистного забоя, ощущали общее сотрясение выработки, колебание почвы и наблюдали падение незакрепленных материалов.

Зависание пород основной кровли в выработанном пространстве лавы 3-3-1бис из-за наличия мощного слоя песчаника, в сочетании с влиянием остаточного опорного давления от незавершившихся процессов сдвижения в контуре смежной лавы 3-2-1бис, привело к увеличению нагрузки от горного давления на целик и вмещающий выработки массив. Наложение пиков опорного давления впереди действующей лавы 3-3-1бис и в боку от смежной отработанной лавы 3-2-1бис спровоцировало

мгновенное выдавливание (частичное разрушение) межлавного целика и почвы в вентиляционный штрек 3-3-1бис. Наличие разных по прочности пачек угля пласта III в почве вентиляционного штрека 3-3-1бис, способных накапливать и перераспределять упругопластические деформации, способствовало вспучиванию угля в выработку. Перераспределение напряжений в массиве и воздействие интенсивной сейсмической волны спровоцировало обрушение боков выработки.

В результате динамического обрушения основной кровли в вентиляционном штреке 3-3-1бис на протяжении 45 м от очистного забоя 3-3-1бис произошло пучение почвы и разрушение боков (рис. 4). При этом наиболее интенсивные процессы пучения на высоту до 0,5–0,9 м произошли на протяжении 35–40 м от очистного забоя, далее процессы пучения менее выражены. Пик интенсивности пучения располагался в 15–25 м впереди очистного забоя.

Высота выработки уменьшилась с 3,4–3,8 м до 2,5–2,7 м, уменьшение высоты выработки произошло не только за счет пучения почвы, но и за счет вывалов угля с боков выработки.

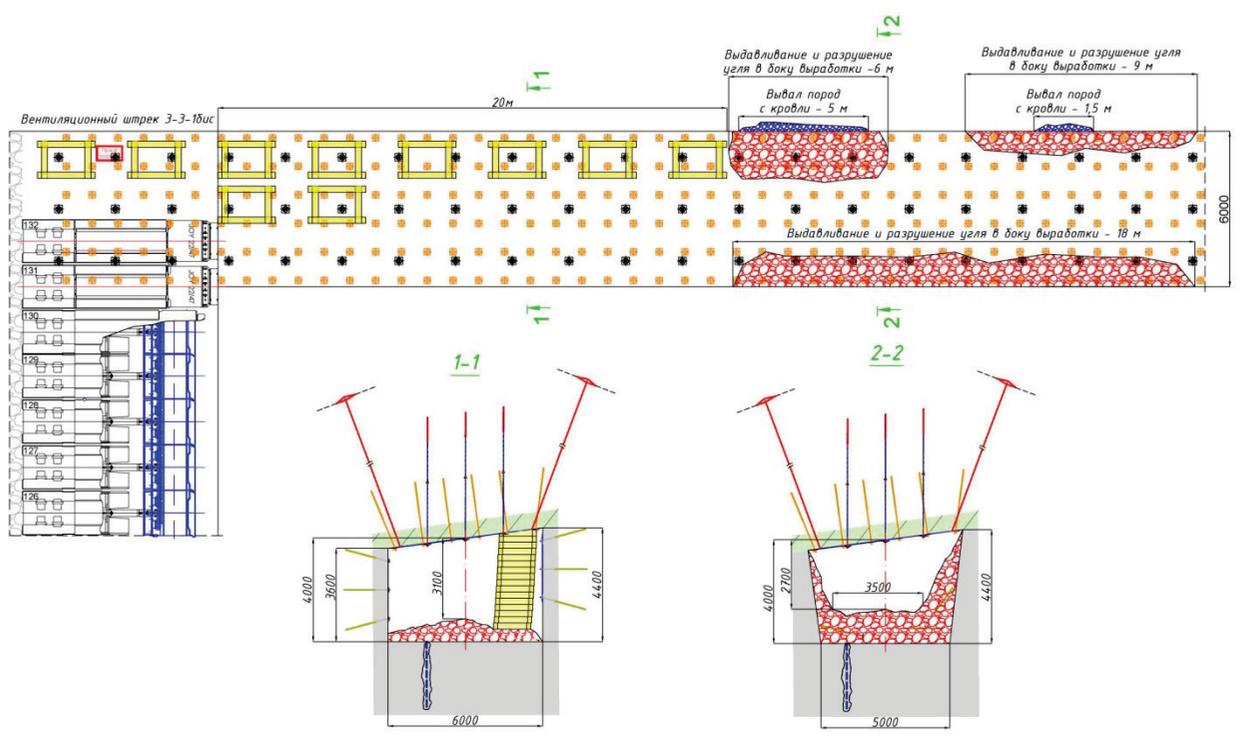


Рис. 4. Пучение почвы и разрушение боков в результате обрушения основной кровли в вентиляционном штреке 3-3-16бис на протяжении 45 м от очистного забоя 3-3-16бис

По вентиляционному штреку 3-3-16бис, где не была установлена костровая крепь, произошли разрушения боков выработки на всю высоту глубиной до 1,2 м с вывалом угля на почву выработки и размерами кусков от 50–200 мм до крупных кусков с размерами 100 × 300 × 400 мм, с деформациями элементов крепи боков, разрывом решетчатой затяжки и разрывом (срезом) анкеров. На отдельных участках произошло выдавливание межлавно-го целика в выработку на 0,5–1,0 м с выгибанием опорных шайб у крайних анкеров по кровле и уменьшением ширины выработки с 5,8–6,0 м до 4,8–5,2 м.

На участке выработки с костровой крепью пучение значительно меньше, крепь работоспособна. На отдельных клетках верхняя часть костровой крепи смещена относительно своей оси в сторону межлавного целика.

Общее состояние крепи кровли вентиляционного штрека 3-3-16бис удовлетворительное: отсутствуют деформированные и смятые опорные элементы на канатных анкерах и анкерах первого уровня, расслоений пород кровли, трещин, куполов и вывалов не наблюдается. Показания реперов РГ-3 в зеленой зоне. Незначительные вывалы с кровли наблюдались на контакте с разрушенными участками боков.

Видеоэндоскопические исследования (рис. 5) зон трещиноватости и величины расслоения кровли вентиляционного штрека 3-3-16бис в 5–25 м от очистного забоя показывают, что трещиноватость пород распространяется до глубины 1,0 м. Трещины в основном горизонтальные с расстоянием между трещинами 0,4–0,5 м с их раскрытием до 10–15 мм. На глубине от 1,0 до 10,0 м породный массив кровли выработки однороден и монолитен.

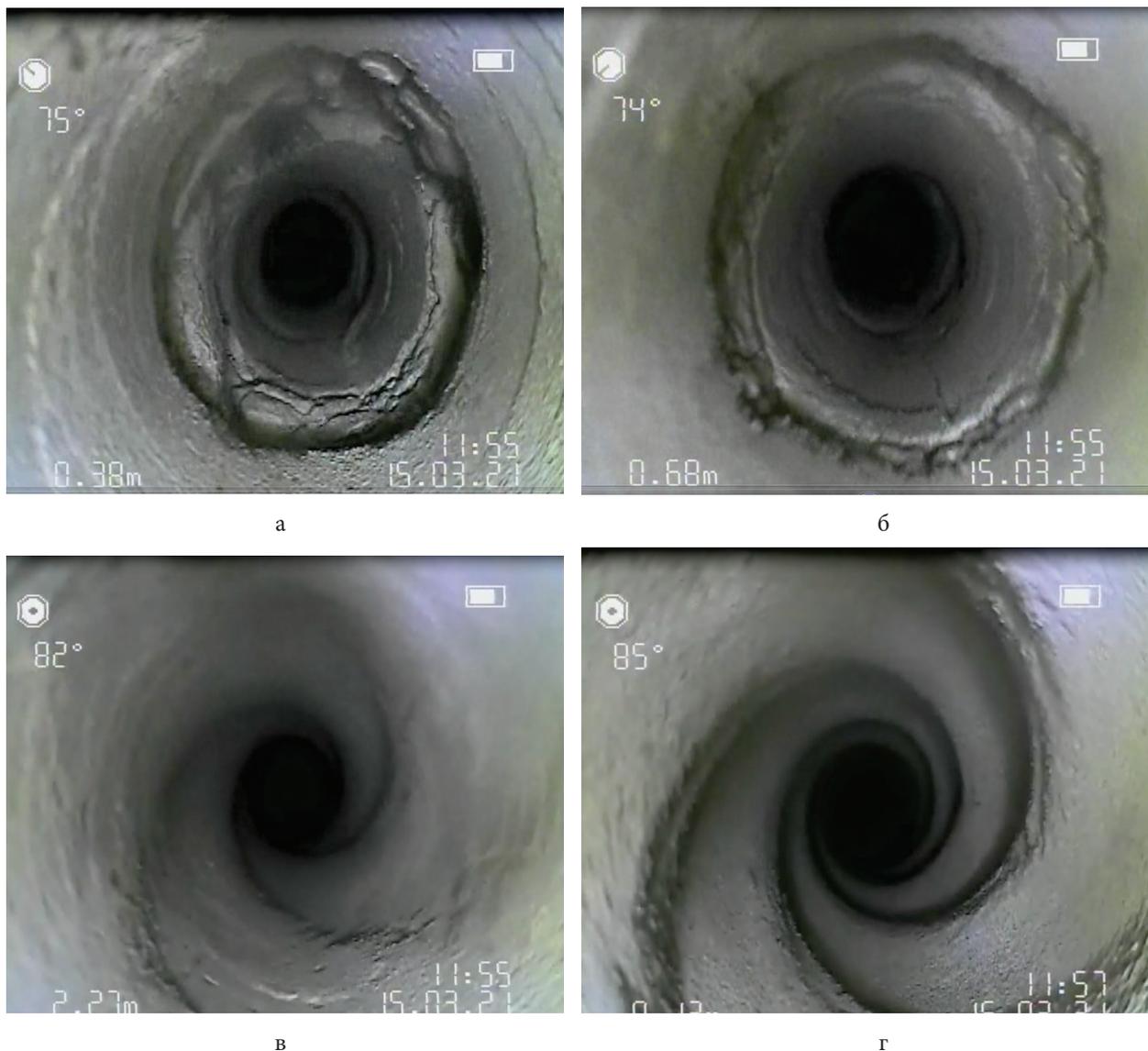


Рис. 5. Характерные фото стенок скважин в кровле вентиляционного штрека 3-3-1бис в 5–20 м от очистного забоя на глубине:
а — 0,4–0,5 м; б — 0,6–0,9 м; в — 1,0–4,5 м; г — 4,6–10,0 м

Анализ применения комплекса активных способов и средств управления труднообрушающимися кровлями на выемочном участке 3-3-1бис показывает, что даже в условиях влияния экстремальных динамических обрушений основной кровли данные мероприятия позволяют значительно снизить интенсивность пучения почвы, деформаций и разрушений боков, тем самым обеспечить устойчивое состояние вентиляционного штрека 3-3-1бис.

В целом по данным наблюдений на шахтах Кузбасса следует отметить, что отработка угольных пластов с труднообрушаемыми кровлями становится всё более неуправляемой на основании следующего:

– возросшие нагрузки на очистные забои и увеличение темпов их подвигания способствуют концентрации напряжений в углевещающем массиве, при этом скорость изменения напряжённого состояния в окрестностях выемочных выработок превышает скорость релаксации напряжений;

– в отработку все больше вовлекаются запасы угольных пластов, расположенные на значительных глубинах от 500 до 900 м в сложных горно-геологических условиях (в зонах влияния горно-геологических нарушений и повышенного горного давления, с наличием слабых и обводненных пород и т. д.);

– активные способы и средства управ-

ления труднообрушающимися кровлями требуют постоянного контроля со стороны работников шахты и профильных научных организаций, больших производственных и материальных ресурсов, что не всегда выполняется;

- недостаточная эффективность непрерывных методов наблюдений за ранними признаками динамических посадок основной кровли. Системы сейсмического мониторинга для непрерывного контроля техногенных геомеханических и сейсмических процессов в горном массиве, установленные на шахтах, регистрируют события после произошедшего, что не позволяет оперативно провести профилактические мероприятия;

- отсутствие на шахтах простых инструментальных способов и средств по контролю профилактических мероприятий по предотвращению динамических посадок основной кровли.

Таким образом, при отработке угольных пластов с труднообрушаемыми кровлями, в том числе пласта III в условиях АО Распадская-Коксовая», необходимо в выемочных выработках с некоторым опережением относительно очистного забоя применять активные способы и средства управления труднообрушающимися кровлями. При этом в процессе ведения горных работ следует уточнять и корректировать схемы и параметры активных способов управления на основании визуальных и инструментальных наблюдений в зависимости от эффективности их выполнения.

ВЫВОДЫ

1. Применение для усиления кровли выемочных выработок в зоне опорного давления от очистного забоя только канатных анкеров глубокого заложения при отработке пластов с труднообрушающимися кровлями не обеспечивает эксплуатационного их состояния. Смещения почвы и боков в выемочных выработках пласта III в зоне опорного давления очистного забоя в разы превышает смещения кровли, а при динамических осадках основной кровли в десятки раз.

2. Обеспечение безопасности ведения горных работ и эксплуатационного состояния выемочных горных выработок при отработке пластов с труднообрушающимися кровлями достигается за счёт применения комплекса активных способов и средств управления кровлей, позволяющими предупредить разрушительные последствия в горных выработках, уменьшить интенсивность или исключить значительное влияние динамических осадок основной кровли на устойчивое состояние выработок.

3. Выбор активных способов и средств управления труднообрушающейся кровлей, контроль их эффективности и расчет параметров необходимо осуществлять на основании визуальных и инструментальных наблюдений за состоянием горных выработок и горным массивом.

4. В условиях отработки пласта III на АО «Распадская-Коксовая» комплекс активных способов и средств управления труднообрушающимися кровлями в выемочных выработках должен включать в себя применение:

- направленного гидроразрыва прочных пород основной кровли;

- комбинированной крепи повышенного сопротивления, сочетание двухуровневой анкерной крепи с костровой крепью;

- взрывоцелевой разгрузки почвы выработок;

- передового торпедирования в режиме сотрясательного взрывания при выводе механизированного комплекса из монтажной камеры.

5. Применение комплекса активных способов и средств управления труднообрушающимися кровлями в выемочных выработках в условиях отработки пласта III АО «Распадская-Коксовая» позволяет сохранить эксплуатационную устойчивость выработок, обеспечить безопасность ведения горных работ и значительно снизить негативное влияние экстремальных динамических обрушений крупных блоков основной кровли, сопоставимых с землетрясением магнитудой 3,4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах»: приказ Ростехнадзора № 507 от 08.12.2020.
2. Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. Л., 1991. 102 с.
3. Методические положения по выбору способов и определению параметров управления труднообрушающимися кровлями. М., 1980. 15 с.
4. Воскобоев Ф.Н., Семенов Ю.А., Звездкин В.А. Активные способы управления геомеханическим состоянием массива горных пород при разработке угольных месторождений в сложных горно-геологических условиях // Записки Горного Института. 2010. Т. 185. С. 99–101.
5. Клишин В.И., Опрук Г.Ю., Черепов А.А. Комплексный метод снижения удароопасности на угольных шахтах // Уголь. 2018. № 9. С. 57–62.
6. Гречишкин П.В., Розонов Е.Ю., Клишин В.И. и др. Управление кровлей для повышения эффективности поддержания выработок, охраняемых податливыми целиками // Уголь. 2019. № 10. С. 35–41.
7. Долгий И.Е. Устойчивость подготовительных выработок угольных шахт в условиях активного проявления горного давления: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук / Долгий Иван Емельянович. Санкт-Петербург, 1998. 42 с.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчёту и применению анкерной крепи на угольных шахтах России»: приказ Ростехнадзора № 448 от 19.11.2020.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.47.12.002

UDC 622.272.6:622.274.5:622.284

© V.V. Sementsov, D.V. Osminin, E.V. Nifanov, 2021

V.V. SEMENTSOV

Candidate of Engineering Sciences,
Laboratory Head
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru

D.V. OSMININ

Candidate of Engineering Sciences,
Leading Researcher
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: odw-sds@yandex.ru

E.V. NIFANOV

Engineer, Researcher
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: e.nifanov@nc-vostnii.ru

STABILITY OF EXCAVATING MINE WORKINGS DURING DEVELOPMENT OF FORMATIONS WITH HARD-TO-BREAK ROOFS

Currently, at the coal mines of the Russian Federation, reserves of formations with difficult roofs are increasingly involved in development, the excavation of which is complicated during the periods of

precipitation of the main roof, which leads to emergency situations with the stability of excavation workings in the support pressure zone from the treatment face. In excavation workings there are deformations and destruction of the support, outcrops and collapses of rocks and coal, bundling of soil, in some cases having a dynamic character. The current situation requires considerable material, temporary and physical resources to bring the mine workings to a safe state and continue the operation of the treatment face.

In view of these circumstances, a scientific justification is required for effective methods of actively controlling the geomechanical state of the massif and increasing the stability of mine workings when working out formations with difficult roofs.

Keywords: HARD-TO-BREAK ROOF, STABILITY, EXCAVATION, COMPLEX OF ACTIVE METHODS AND MEANS OF ROOF CONTROL, SUPPORT.

REFERENCES

1. Federal standards and regulations in the field of industrial safety «Safety rules in coal mines»: Order of Rostekhnadzor No. 507 of 08.12.2020. [In Russ.].

Instructions for choosing a method and parameters of softening the roof at the leaning sites. L., 1991. 102 p. [In Russ.].

2. Methodical provisions for the choice of methods and determination of the parameters of the management of hard-fledging roofs. M., 1980. 15 p. [In Russ.].

3. Voskoboev F.N., Semenov Yu.A., Starkin V.A. Active methods of controlling the geomechanical state of the massif of rocks in the development of coal deposits in complex mining and geological conditions // Notes of the Mining Institute [Zapiski Gornogo Instituta]. 2010. Vol. 185. P. 99–101. [In Russ.].

4. Klishin V.I., Oprook G.Yu., Cherepov A.A. Comprehensive method of reducing adhesiveness at coal mines // Coal [Ugol]. 2018. No. 9. P. 57–62. [In Russ.].

5. Grechishkin P.V., Rosonov E.Yu., Klishin V.I. et al. Control of the roof to improve the efficiency of maintaining the workings protected by fuel celiacs // Coal [Ugol]. 2019. No. 10. P. 35–41. [In Russ.].

6. Dolgiy I.E. Stability of preparatory workings of coal mines in the conditions of active manifestation of mountain pressure: the dissertation author's abstract on the degree of doctor of technical sciences / Dolgiy Ivan Emelyanovich. St. Petersburg, 1998. 42 p. [In Russ.].

7. Federal standards and regulations in the field of industrial safety «Instructions for the calculation and application of anchor attachment at coal mines of Russia»: Order of Rostekhnadzor No. 448 of 19.11.2020. [In Russ.].