

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И СОСТОЯНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ ПОВТОРНОГО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ШАХТЕ «КРАСНОЛИМАНСКАЯ»

*А.И. Дубовик, Государственное предприятие «Угольная компания «Краснолиманская»,  
Украина*

*С.Н. Гапеев, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный  
университет», Украина*

Представлены результаты анализа горнотехнических и горно-геологических условий эксплуатации подготовительных выработок лав ГП «УК «Краснолиманская», а также фактического состояния выработок, эксплуатирующихся по разным пластам, выполненного с целью обоснования группы выработок, в которых повторное использование будет рациональным и наиболее эффективным как с точки зрения затрат, так и устойчивости объекта. Показаны направления дальнейших исследований.

**Введение.** Шахта «Краснолиманская» построена и сдана в эксплуатацию в 1958 году с рабочим горизонтом 210 м и проектной мощностью 1200 тонн в год на пластах  $l_7$  и  $l_3$ . Поле шахты «Краснолиманская» расположено в центральной части Красноармейского горнопромышленного района. Шахта входит в число наиболее механизированных и автоматизированных предприятий отрасли. Очистные забои оборудованы механизированными комплексами, способ управления кровлей в лавах – полное обрушение. Подготовительные выработки проходятся узким ходом проходческими комбайнами типа КСП-32. Транспорт угля полностью конвейеризирован. Общие сведения о промышленно значимых пластах представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	Пласт $m_4^2$	Пласт $l_3$	Пласт $k_5$
Глубина ведения очистных работ, м	482	770	1050
Геологическая мощность пласта, м	0.93-1.32	0.96-3.40	0.7-2.62
Угол падения пласта, град	7-8	2-4	8-14
Водоприток, $m^3$ / час	80-85	50-58	60-67
Относительная метанообильность, $m^3$ /т	23,2	30,2	31,3
Группа сложности шахтного поля по ГГУ	II	II	II

**Пласт  $m_4^2$**  на большей части шахтного поля простого строения. В крайних южной и западной частях пласт расщепляется на две приблизительно равные пачки, мощностью 0,60-0,70 м. Местами выделяется даже третья пачка, мощностью до 0,05м. Мощность угольного пласта относительно выдержанная и варьирует в пределах 0,93 – 1,32 м. Крепость по шкале проф. Протодьяконова составляет 1,0-1,5.

*Непосредственная кровля* – известняк серый, скрытокристаллический, трещиноватый, трещины выполнены кальцитом, среднеустойчивый – Б<sub>4</sub>, иногда неустойчивый, склонный к обрушению, мощностью 0,5-5,7 м, выше которого залегает аргиллит, реже – алевролит известковый мощностью до 9,0 м. Аргиллиты и алевролиты в непосредственной кровле неустойчивы, склонны к обрушению, ведут себя как «ложная кровля». Средняя крепость пород непосредственной кровли 9-12.

*Основная кровля* – аргиллит, мощностью до 5,10 м, крепостью 2-4, весьма труднообрушаемая, склонная к плавному опусканию.

*Непосредственная почва* – аргиллит темно-серый, комковатой текстуры «кучерявчик», мощностью 0,0-0,40 м, крепостью 2-3; алевролит серый, вверху слоя – комковатой текстуры, склонен к пучению и размоканию, мощностью до 1,0 м, среднеустойчивый – П<sub>2</sub>. Общая мощность 6.85-13.90 м, крепость 3-5. Слои постепенно переходят в сланец песчаный, мощностью 1,0-11,0 м, ниже которого залегает песчаник мощностью 1,0-21 м.

Угольный пласт  $m_4^2$  не опасен по внезапным выбросам угля и газа; по горным ударам не опасен; к самовозгоранию не склонен; по взрывчатости угольной пыли опасен.

**Пласт  $l_3$**  залегает стратиграфически ниже пласта  $l_4$  на расстоянии 18-25 м и имеет в основном сложное строение. По данным геологоразведочных работ представлен одной, двумя и более угольными пачками. Чаще встречается двухслойный пласт. Мощность породного или углистого прослоя изменяется от 0,03 до 0,46 м. Характерная мощность пласта 1,95-2,90 м. Крепость 1,0-1,5, угол падения 6-11°. В пределах шахтного поля пласт устойчивый, промышленное значение имеет на всей площади. Марка угля – Г<sub>к</sub>, Ж<sub>к</sub>. Природная газоносность пласта 11,4-26,0% м<sup>3</sup>/т с.б.м.

*Непосредственная кровля* представлена аргиллитом темно-серым, горизонтальнослоистым, трещиноватым, с плитчатой отдельностью, мощностью 0,0-7,4 м, крепостью 1,8-3,0, неустойчивым – Б<sub>2</sub> (в условиях пересечения геологических нарушений и увлажнения устойчивость снижается до Б<sub>1</sub>). Выше залегает алевролит темно-серый, трещиноватый, горизонтальнослоистый, слюдястый, с обугленными остатками флоры, контакт резкий, мощностью 0,5 – 13,1 м, крепость 4-6 (на части поля является непосредственной и основной кровлей), неустойчивый – Б<sub>2</sub> (в условиях основной кровли – среднеобрушаемый – А<sub>2</sub>). Непосредственная кровля неустойчивая, нижний слой мощностью до 0,5 м – весьма неустойчивый, ведет себя как «ложная кровля». Особенно неустойчива кровля пласта  $l_3$  в зоне тектонических нарушений, благодаря дробленности и обводненности нарушенных пород.

*Основная кровля* – переслаивание алевролита, песчаника, угольного пласта  $l_3^1$ . Мощность основной кровли колеблется в пределах 10-16 м, крепость 1,5-9; среднеобрушаемая – А<sub>2</sub>.

*Почва пласта* – алевролит серый, слюдястый, с мелкими плоскостями притирания, в конце слоя на контакте с угольным пластом «кучерявчик», склонный к пучению. Общая мощность слоя 0,8-6,25 м, крепость 2-5. Среднеустойчивый (П<sub>2</sub>), в условиях водонасыщения и геологических нарушений – П<sub>1</sub>. Ниже залегает песчаник мощностью 0,0-5,0 м, крепостью 6-8, среднеустойчивый П<sub>2</sub> до устойчивого П<sub>3</sub>.

В обводнении пласта  $l_3$  принимают участие водоносные горизонты  $l_3Sl_4$  и  $l_4Sl_5$ , залегающие в зоне влияния горных работ по пласту  $l_3$ , образуя мощный водоносный горизонт.

В почве угольного пласта наблюдается пучение глинистых сланцев.

Кровля, представленная сланцами небольшой мощности, тоже довольно часто обрушается, образуя завалы, т.к. размокает под влиянием обводнения со стороны выше лежащего песчаника  $l_3Sl_5$ .

Угольный пласт  $l_3$  угрожаемый по ГДЯ с ведением прогноза с глубины 400 м; опасен по внезапным выбросам ниже отметки -607 м; опасен по взрывчатости угольной пыли; в зонах разрывных тектонических нарушений склонен к самовозгоранию; не опасен по горным ударам.

**Угольный пласт  $k_5+k_5^B$**  интенсивно разрабатывается шахтой с 1986 г. Пласт повсеместно представлен двумя пачками угля. Основной по мощности является верхняя пачка с мощностью 1,0-1,30 м. Нижняя угольная пачка имеет мощность 0,35-0,65 м. Мощность разделяющего прослоя достигает 0,20-0,40 м, увеличиваясь в северном и северо-западном направлениях до 0,80-1,72 м, где верхняя пачка приобретает самостоятельное значение. Пласт характеризуется как выдержанный. Марка угля – Ж<sub>к</sub>.

В кровле и почве пласта  $k_5$  нет выдержанных и мощных водоносных горизонтов. Кровля и почва пласта, по данным горных работ, представлена глинистым сланцем. Обводнение выработок наблюдается в виде капежа/

*Непосредственная кровля* пласта представлена аргиллитом, неустойчивым, трещиноватым с включениями конкреций в виде желваков и линз, мощностью 0,60-10,4 м и при уменьшении мощности слоя менее 0,60 м – весьма неустойчивым, обрушающейся на всю мощность до контакта с вышележащим алевролитом или песчаником – *основной кровлей*,

характеризуемой как среднеобрушаемая. Выделяется «ложная кровля» до 0,40 м в нижней части аргиллита с зеркалами скольжения, а также в зонах выклинивания аргиллита.

*Непосредственная почва* пласта сложена аргиллитами и алевролитами, мощностью 15-20 м с прослоями песчаника, которые в верхней части слоя комковатой текстуры «кучерявчик», среднеустойчивая, которая снижает свою устойчивость в условиях водопроявления.

Природная газоносность угля 19-25,4 м<sup>3</sup>/т с.б.м.

Угольный пласт  $k_5$  к самовозгоранию не склонен; не опасен по горным ударам; опасен по взрывчатости угольной пыли; опасен по внезапным выбросам угля и газа ниже изогипсы - 700 м; опасен по внезапному выдавливанию ниже изогипсы – 750 м.

Анализ данных о запасах угля показывает, что для поддержания добычи на достигнутом уровне (2 500 тыс. тонн в год) необходимо своевременное воспроизводство очистной линии забоев по перспективным пластам  $m_4^2$ ,  $l_3$ ,  $k_5$ . При этом актуальным вопросом является снижение уровня затрат на добычу угля.

Одним из путей является снижение затрат на проведение и поддержание подготовительных выработок путем внедрения технологий, обеспечивающих повторное использование выработок. Это может быть достигнуто путем разработки и внедрения такой технологии крепления и охраны подготовительных выработок, при которой стоимость этих мероприятий не будет превышать стоимости проведения новой выработки в заданных горно-геологических и горнотехнических условиях.

**Состояние вопроса.** В настоящее время шахтой практикуется в основном проведение подготовительных выработок вприсечку. Однако технология повторного использования выработок представляется возможной и необходимой к применению. Поскольку шахтой отрабатывается три пласта, отличающиеся по условиям поддержания выработок, требуется выделить ту группу условий (и пласт/пласты), где будет выполняться условие рациональности применения повторного использования выработок [1].

Цель статьи – представление результатов анализа условий проведения и поддержания подготовительных выработок на шахте «Краснолиманская», а также результатов их натурного обследования, проводившихся в рамках задачи обоснования рациональности повторного использования выработок.

**Основной материал.** Визуальное обследование проводится с целью качественной оценки состояния выработки, оценки качества установки крепи, выявления наиболее характерных видов проявлений горного давления в выработках. Обследование выполняется замерной группой из двух человек попокетно. Направление движения группы по выработке – от устья выработки к забою.

При обследовании состояния выработок устанавливается:

- общее фактическое состояние выработки;
- соответствие крепи паспорту крепления;
- фактическое состояние крепи на момент обследования;
- характер нарушения крепи и ее элементов (при наличии);
- форма преобладающих проявлений горного давления, по возможности – их количественная оценка (оценка величины смещений породного контура; величины пучения пород почвы и т.п.);
- особенности обследуемого участка (пересечение геологического нарушение, участки вывалов и высыпаний пород, имевших место при проведении выработки, участки локального повышенного водопроявления и т.п.).

При необходимости осуществляется фото-(видео-) фиксация или зарисовка дефектов и разрушений крепи, состояния выработки, проявлений горного давления.

Полученные сведения фиксируются в ведомости обследования или рабочих книжках группы обследования. В случае, если каких-либо значительных нарушений не встречено, достаточно общей оценки состояния выработки.

Анализ информации об объективной ситуации ведения очистных работ на шахте «Краснолиманская», показывает следующее.

Наиболее нагруженным с точки зрения добычи является пласт  $m_4^2$ , где работает на момент обследования 2 лавы – 4 южная и 4 северная. 5 южная лава готовится для работы в режиме спаренной с 4 южной лавой, что требует совместной эксплуатации на этих двух лавах 4 южного конвейерного штрека. В кровле пласта залегает известняк, крепость которого позволяет осуществлять эффективное бурение и установку анкерной крепи 1 и 2 уровня.

Выработки проводятся комбайном, выработки – трапециевидной формы. В качестве основной крепи применяются сталеполимерные анкеры. На расстоянии до 100 м перед лавой (фактически – до 80 м) устанавливается система усиления, основанная на использовании канатных анкеров. Канатные анкеры шахта изготавливает самостоятельно из закупаемых комплектов.

Главной проблемой на момент обследования является не состояние выработок, а организация достаточного проветривания; немаловажным аспектом в этой связи является ликвидация аварии на пласте  $I_3$ , которая сопровождается остановкой проветривания в соответствующем крыле шахты. Эта ситуация является одной из причин отставания в подготовительных работах по пласту, которое составляет в среднем полгода.

Мощный пласт  $k_5^B$  фактически в досбросовой части шахтного поля уже дорабатывается, в планах нарезка еще одной небольшой лавы. Существующая 9 южная лава дорабатывается.

Выработки проводят комбайном, арочной формы со стальной податливой крепью из СВП.

Пласт находится на достаточно большой глубине (см. табл. 1.2), что, с учетом пород кровли, которые характеризуются опрошенными ИТР шахты как неблагоприятные для анкерования из-за расслоенности, неустойчивости и обрушаемости, вызывает сложности в поддержании штреков в зоне влияния лавы, что выражается в давлении на крепь, на некоторых участках – ее деформации, и значительно меньшей величиной сечения выработки в зоне окна лавы.

Для охраны выработки используют усиливающую крепь в виде трапеции (метал. верхяк, деревянные стойки и канатные анкеры под непрерывный продольный прогон из СВП).

Пучение имеет место, при этом из почвы (из обводненного песчаника в основной почве) достаточно интенсивный приток воды. Водоприток из кровли незначительный.

Работы по пласту  $I_3$  на момент обследования фактически не ведутся. Участок находится в стадии ликвидации аварии.

Согласно информации, полученной от технических служб шахты, проявления горного давления при посадках кровли в лавах ничем не отличаются от обычного линейного режима работы лавы при добыче. Единственным признаком посадки кровли можно считать резкий скачек до уровня 20 м<sup>3</sup>/ч водопритока из кровли на пласте  $k_5$ , который затем восстанавливается до обычных 5-6 м<sup>3</sup>/ч.

*Результаты визуального обследования 4 северного конвейерного штрека пл.  $m_4^2$ .*

На момент проведения обследования положение лавы – ПК32+18.

С сопряжения штрека до окна лавы состояние выработки можно охарактеризовать как хорошее: высота выработки соответствует паспорту практически на всем осмотренном отрезке; крепь выработки соответствует паспорту крепления; нарушений крепи в виде «затягивания» анкеров и продавливания опорных пластин не наблюдается; степень нагружения анкеров как в кровле, так и в бортах в пределах нормы (нет продавливания опорных пластин).

С ПК27 (за 60 м перед лавой) выполняются работы по организации присечки шириной 1,5 м со стороны, противоположной лаве, и монтажу крепи усиления с канатными анкерами. Крепь усиления представляет собой металлический верхяк из СВП длиной 5,0 м (начиная с ПК30+10), опертый на три деревянные стойки-ремонтинь; вдоль выработки тянут три непрерывные нити профилей СВП, которые подхватываются канатными анкерами длиной 7,0 м.

На участке ПК31+1 – ПК38+10 установлена система усиления с верхняком длиной 6,0 м в связи с необходимостью обеспечения беспрепятственного выполнения технологических операций, поскольку система охраны штрека в виде органного ряда из двух стоек и накатного костра (полосы) из шпального бруса шириной 1,0 м монтируется непосредственно в выработке вслед за подвиганием мехкрепи очистного комплекса. Осмотром установлено, что крепь усиления с таким верхняком не является рациональной, поскольку на всем протяжении участка имеет место деформация верхняка в виде прогиба в выработку на величину самое малое 10 см, разрушение стоек или их укладывание, что приводит к существенной потере высоты выработки по сравнению с другими участками (где длина верхняка менее 6,0 м).

В окне лавы высота выработки достигает 2,0 м

За лавой на ПК34 имеет место прогиб верхняка на величину не менее 15 см, разрушение деревянных стоек как в одном ряду (со стороны лавы), так и в другом (с противоположной от лавы стороны), при этом длина верхняка крепи усиления – 6,0 м. За лавой наблюдается интенсивный капеж, который усиливается при увеличении интенсивности подвигания очистного забоя. В окне лавы и сразу за лавой выполнена подрывка до слоя песчаника в почве пласта, при этом породу складировать за последний (от лавы) ряд ремонтин. Учитывая, что за самым первым к лаве рядом ремонтин монтируется накатной костер, проход возможен только в средней части выработки, где высота выработки в наиболее высокой части (ближе к накатному костру) до уровня наблюдаемой почвы составляет 1,5 м, а со стороны присечки со породой от подрывки – 1,1 м. Однако верхний слой на почве выработки на глубину не менее 40 см представляет собой угольную мелочь, намытую из выработки позади лавы поступающей в выработку водой. По опыту проведения подрывки, высота собственно пучения пород почвы на расстоянии до 20 м за лавой не превышает 15-20 см.

На ПК37 стойки со стороны присечки укладываются в направлении от лавы (на присечку). При этом высота в самом высоком месте (в проходе между ремонтинами) из-за прогиба верхняка длиной 6,0 м составляет 1,35 м, перемещение затруднено.

На ПК37+10 высота выработки в самой высокой части составляет 1,6 м; имеет место значительный прогиб верхняка (длина верхняка – 6,0 м).

ПК38-10 – наблюдается сдвигка нижней части накатного костра в сторону выработки на расстояние до 0,5 м; стойки частично уложены в сторону лавы (низ также сдвинут в сторону выработки). Высота от 1,6 м (у костра) до 1,45 м (со стороны присечки). Капеж заметно меньше.

С ПК38+10 (от 40 м за лавой) и далее устанавливается верхняк длиной 4,5 м; наибольшая высота (у костра) достигает 1,8 м, прогиба верхняка нет. Сдвигка нижней части костров на 0,5 м также имеет место. Капежа практически нет.

На участке в районе ПК39+10 имеет место геологическое нарушение по кровле пласта, при этом высота выработки составляет 1,65 м.

С ПК39+10 до ПК41+10 – высота выработки 1,8 м, но имеет место незначительный прогиб профиля (его длина здесь 4,5 м); сдвигка нижней части костра практически отсутствует (до 0,1 м).

На ПК41+10 имеет место выдавливание пачки угля из борта в присечке, а со стороны лавы ломаются стойки усиления и видно раздавливание шпального бруса в кострах; высота выработки – 1,8 м.

Начиная с ПК42 высота составляет 1,4-1,6 м при паспортной высоте 2,8-3,0 м. Потеря сечения является результатом пучения, так как состояние анкеров в кровле свидетельствует об их незначительном нагружении (опорная пластина выпуклая, включая и канатные анкера), либо же происходит проседание всей пачки пород вместе со слоем, в котором закреплен канатный анкер. Подтвердить или опровергнуть данную гипотезу не представляется возможным.

Начиная с ПК43 проявления горного давления видны более значительно (лава проходила этот пикет в декабре 2015 г.) – лопаются накатные костры, ломаются и укладываются

ремонтини, выдавливается пачка угля в присечке, имеет место пучение (анкера не в работе); высота не превышает 1,6 м.

Дальнейший детальный осмотр выработки не проводился, но визуально выработка на расстояние не менее 20 м находится в состоянии, характерном для ПК43.

*Результаты визуального обследования выработок 9 южной лавы пл. к5.*

А) Промежуточный разрез. На ПК2-ПК3 имеет место деформация верхняков крепи, сработка левого замка на 0,5-0,7 м.

ПК4 – сильные деформации левой части выработки (со стороны приближающейся лавы), повреждение стоек и затяжек, хвостовики канатных анкеров втянуты, что указывает на развитие процессов опускания кровли.

На участке ПК8-ПК11 значительные смещения из кровли, отражающиеся в сработке замков на величину до 1,0 м.

На участке ПК12 3 рамы имеют повреждения со стороны левого борта выработки.

С ПК13 до сопряжения с вентиляционным штреком продольная балка усиления из СВП поддерживается сталеполимерными анкерами, а не канатными, кроме того, повсеместно наблюдается деформация крепи со стороны левого борта выработки. Высота выработки в среднем составляет 1,8 м.

Б) 9 южный вентиляционный штрек. На момент проведения обследования положение лавы – ПК54.

На участке с ПК51 до ПК54 ширина выработки уменьшается с 2,1 м до 1,8 м, а высота – с 1,74 м до 1,6 м, что указывает на значительное влияние опорного давления в районе лавы.

В) 9 южный конвейерный штрек. На расстоянии до 40 м перед лавой начало участка установки трапеций усиливающий крепи. При этом в начале участка высота выработки составляет 2,5 м, тогда как под лавой – только 1,6 м. При этом имеет место выполаживание верхняков тем более, чем ближе к лаве.

Лавы стала на перемонтаж.

*Выработки по пласту l3 осмотру не подвергались.*

**Выводы.** Таким образом, анализ общего состояния выработок, эксплуатирующихся в различных горно-геологических условиях показывает, что наиболее благоприятными для внедрения технологических решений по повторному использованию штреков можно считать условия по пласту m4<sup>2</sup>.

Дальнейшие исследования в части повторного использования подготовительных выработок должны быть направлены на обоснование параметров способа обеспечения их устойчивости при повторном использовании путем многовариантного численного моделирования различных ситуаций проведения и эксплуатации повторно используемых выработок.

#### Список литературы

1. Шашенко А.Н. Обоснование критерия целесообразности повторного использования подготовительных выработок угольных шахт / А.Н. Шашенко, А.И. Дубовик // Вісті Донецького національного гірничого інституту.– 2016.– №1(38).– С. 95-99.