

Соловьёв Г. И.

Донецкий национальный технический университет

E-mail: gisoloviev1@gmail.com

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АРОЧНОЙ КРЕПИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ ПРОДОЛЬНО-БАЛОЧНОЙ КРЕПЬЮ УСИЛЕНИЯ

Представлены результаты проверки эффективности применения одинарной и двойной продольно-балочной крепи усиления для обеспечения устойчивости конвейерных штреков 2-й западной и 2-й восточной лав пласта h_{10} «Ливенский» в условиях шахты им. М. И. Калинина государственного предприятия «Донецкая угольная энергетическая компания».

Ключевые слова: *продольно-балочное усиление, конвейерный штрек, горное давление, выемочные выработки, арочная крепь.*

Успешная работа современных механизированных комплексов возможна лишь при обеспечении эффективного проветривания очистных забоев и бесперебойного транспорта полезного ископаемого, что невозможно осуществить при интенсивных смещениях боковых пород и необходимости ведения больших объемов работ по ремонту и перекреплению выемочных выработок. Существующие технологические решения по обеспечению устойчивости выемочных выработок [1–4], в силу существенной изменчивости горно-геологических условий эксплуатации угольных пластов и несоответствия параметров применяемых способов поддержания выработок условиям ведения горных работ в условиях глубоких шахт, отличаются недостаточной эффективностью и не получили широкого распространения.

Сотрудниками кафедры «Разработка пластовых месторождений полезных ископаемых» ФГБОУ ВО «ДонНТУ» был разработан новый способ обеспечения устойчивости выемочных выработок глубоких шахт [5–8], основанный на применении продольно-балочной связи комплектов арочной крепи по длине выработки одной или двумя продольными балками (рис. 1).

Предложенный способ позволяет перераспределить повышенную нагрузку между перегруженными и недогруженными

комплектами арочной крепи, которая, как известно, нагружена по своему периметру и по длине выработки весьма неравномерно. Продольная связь комплектов крепи осуществляется за счет подвешивания к верхняку каждой арки одной или двух балок из отрезков двутавра или спецпрофиля СВП-27. Данный способ продольно-балочной консолидации основной крепи подготовительных выработок был успешно применен в условиях шахты «Южно-донбасская № 3» для обеспечения устойчивости вентиляционного выемочного хода 4-й восточной лавы и конвейерного выемочного хода 5-й восточной лавы пласта c_{11} при использовании комбинированной системы разработки при поддержании выработок в выработанном пространстве [5], а также в конвейерном штреке 4-й западной лавы пласта m_3 шахты им. Е. Т. Абакумова [7].

Для уточнения рациональных параметров предлагаемого способа поддержания выемочных выработок глубоких шахт в зоне влияния очистных работ при сплошной системе разработки на шахте им. М. И. Калинина в конвейерном штреке 2-й западной лавы (рис. 2, а) и в конвейерном штреке 2-й восточной лавы пласта h_{10} (рис. 2, б) проводилась проверка эффективности применения продольно-балочной крепи усиления (рис. 1).

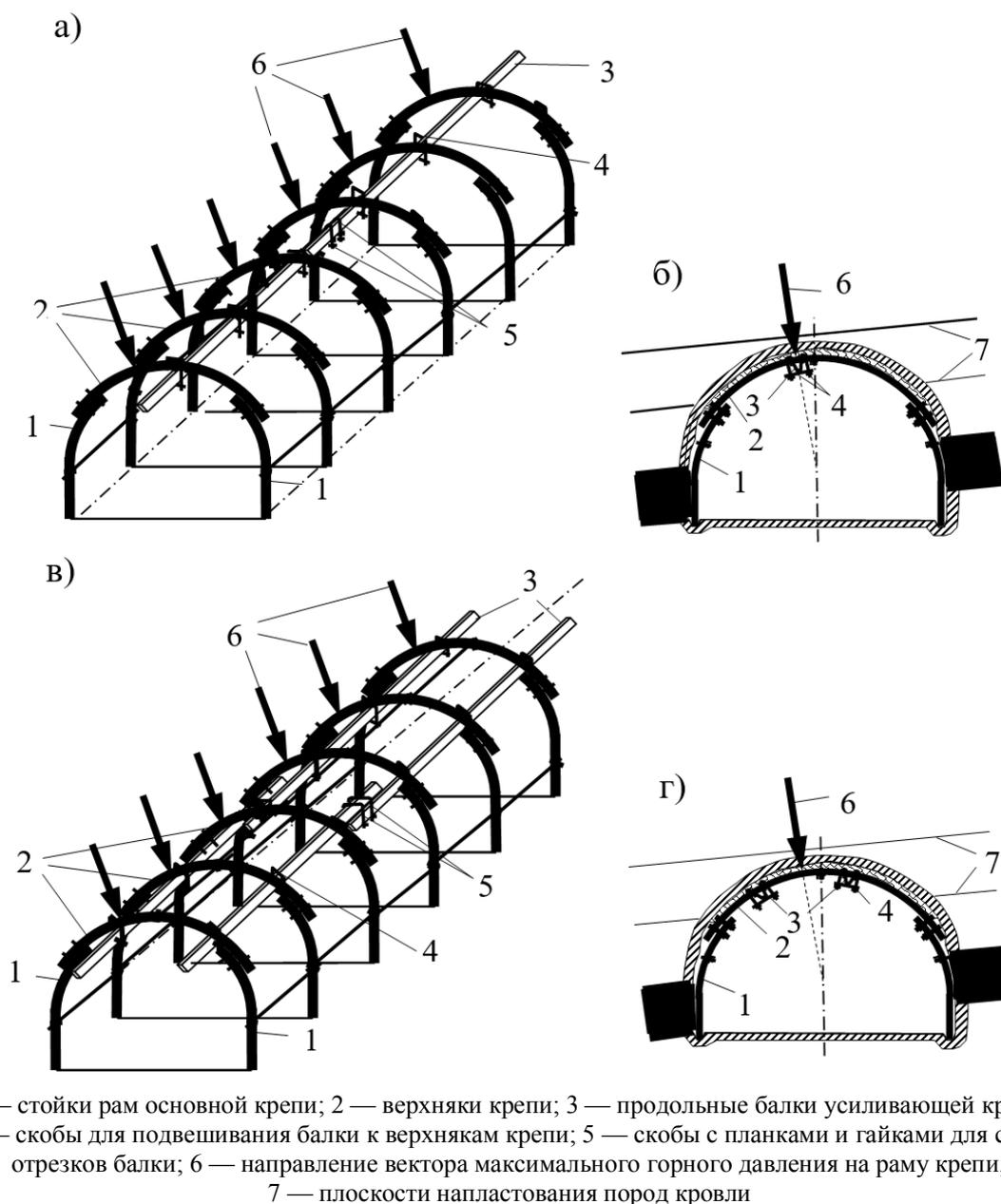


Рисунок 1 — Схема расположения одинарной (а, б) и двойной (в, г) продольно-балочной крепи усиления по длине подготовительной выработки (а, в) и в ее поперечном сечении (б, г)

Пласт h_{10} «Ливенский» мощностью 1,14–1,23 м, углом падения 19–23° и пределом прочности на одноосное сжатие 9–10 МПа в пределах выемочного поля имел спокойное моноклиальное залегание. Глубина ведения работ составляла 1230–1265 м.

Непосредственно над пластом залегала ложная кровля, представленная тонкослоистым глинистым сланцем мощностью 0,5 м

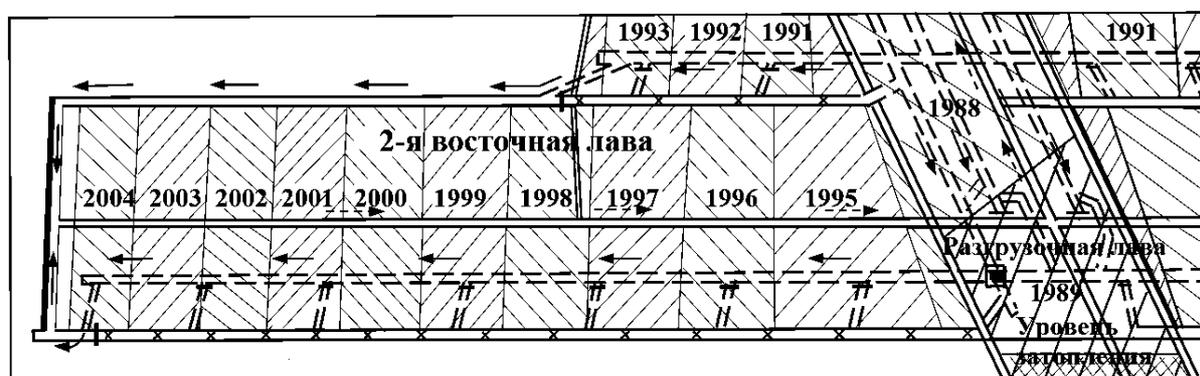
и пределом прочности на одноосное сжатие 15–20 МПа (категория Б₂–Б₁ по классификации ДонУГИ).

Непосредственная кровля пласта была представлена аргиллитом мощностью 0,5–2,0 м и пределом прочности на одноосное сжатие 54 МПа (категория Б₄–Б₃), выше которого залегал глинистый сланец мощностью 3,5–5,0 м и прочностью 64,5 МПа (категория Б₄).

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ



а)



б)

Рисунок 2 — Схема горных выработок 2-й западной и 2-й восточной лав пласта h_{10} шахты им. М. И. Калинина

В основной кровле пласта залегал однородный слоистый глинистый сланец мощностью 5,15 м и прочностью 64,5 МПа (категория А₃) и глинистый сланец мощностью 3,50 м и прочностью 57,6 МПа (категория А₂). Выше залегал песчаник мощностью 5,76 м и пределом прочности на одноосное сжатие 90,2 МПа (категория А₃).

Непосредственная почва пласта была представлена песчано-глинистым сланцем мощностью 1,0 м и прочностью 69,5 МПа (категория П₂).

В основной почве пласта залегал мелкозернистый песчаник мощностью 12,0 м и прочностью 125 МПа (категория П₃).

Отработка 2-й западной лавы осуществлялась по простиранию пласта с приме-

нием сплошной системы разработки со средним вентиляционным штреком. Верхний воздухоподающий и средний вентиляционный штреки проводились вслед за лавой с отставанием до 8 м, а конвейерный штрек проводился с опережением лавы на первом этапе исследований, равным 40 м, и на втором этапе — 20 м.

Средняя скорость подвигания лавы составляла 57 м в месяц, общая длина выемочного поля — 1130 м. Очистной забой 2-й западной лавы был оснащен механизированной крепью 2МКД-90, узкозахватным комбайном РКУ-10 и скребковым конвейером СПЦ-163.

Проветривание лавы — возвратноточное с подсвежением: свежая струя подава-

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

лась в лаву по 1-му и 2-му западным полевым откаточным штрекам, затем по промежуточным квершлагам, 2-му западному конвейерному штреку и 2-му западному воздухоподающему штреку соответственно. Отвод исходящей струи на выработанное пространство осуществлялся по 2-му западному вентиляционному штреку (рис. 2).

По бровкам очистного забоя отбойными молотками вынимались две ниши. Длина верхней ниши составляла 6,5–9,0 м. В верхней нише вдоль оставляемого выше угольного целика сооружался запасной выход за счет установки по простиранию деревянных рамок с расстоянием между стойками по падению 1,3 м. Каждая рамка состояла из верхняка (распил из 0,5 деревянной стойки диаметром 0,016 м) длиной 2,4 м и трех деревянных стоек диаметром 0,16 м и длиной 1,6 м.

Длина нижней ниши — 2,0–4,0 м. Нижняя ниша крепилась индивидуальной металлической крепью, состоящей из металлических верхняков из СВП-27 длиной 3,0 м, устанавливаемых по простиранию в одну линию с нахлестом, и гидравлических стоек 11СУГ-30. По мере передвижки конвейера гидравлические стойки снимались и за конвейером вместо них устанавливались деревянные стойки. Вынесенная на конвейерный штрек приводная станция конвейера СПЦ-163 устанавливалась на постель секции КМ-87УМН с гидростойками и крепилась двумя составными упорными деревянными или металлическими стойками из СВП-27. Выемка угля и породы (над приводом скребкового конвейера в верхней нише и на бровке лавы у конвейерного штрека) производилась одним забоем на высоту 1,6 м.

При установке в нишах комплектов постоянной крепи на участках с легкообрушающимися породами кровли производилась затяжка кровли вразбежку деревянной доской-шилевкой длиной 1,2 м и толщиной 0,035 м.

Конвейерные штреки проводились буровзрывным способом и крепились пя-

тизвенной арочной податливой крепью (АП-5/16,6) из спецпрофиля СВП-27 с шагом установки рам крепи 0,5 м.

Для обеспечения устойчивости интенсивно деформирующихся конвейерного и воздухоподающего штреков применялось их группирование на полевые штреки, проводимые под выработанным пространством в прочных песчаниках почвы пласта с отставанием от лавы на 100–150 м и на расстоянии 20 м по нормали от пласта. Полевые штреки соединялись с пластовыми штреками наклонными промежуточными квершлагами, расстояние между которыми по простиранию составляло 200–250 м.

Охрана конвейерных штреков осуществлялась за счет:

- выкладки чураковой стенки на глине шириной 1,3 м с оставлением бермы шириной 0,7 м выше конвейерного штрека, заполняемой вручную дробленой породой от подрывки почвы выработки;

- возведения однорядной обрезной органической крепи вдоль линии обрушения пород непосредственной кровли. Органка из деревянных стоек диаметром 0,14 м устанавливалась с шагом 0,2 м под деревянный верхняк из половины стойки диаметром 0,16 м.

Сопряжения конвейерного штрека с запасными выходами из лавы крепились деревянным распилом длиной 1,0–1,5 м из половины деревянной стойки диаметром 0,16 м, который укладывался одним концом на желоб сегмента арки крепи штрека, а другой опирался на верхняк крепи запасного выхода. Выше верхняков укладывалась деревянная затяжка сплошной. Основная крепь конвейерного штрека усиливалась одиночными металлическими стойками из спецпрофиля, устанавливаемыми через 1,5 м под верхняки арочной крепи. Для обеспечения устойчивости этих стоек на верхний ее конец под углом 90° был приварен отрезок из спецпрофиля СВП-27 длиной 0,3 м. В зависимости от высоты выработки Т-образные металлические стойки изготавливались либо из одного отрезка, либо составными из двух отрезков

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

спецпрофиля СВП-33, соединяемых между собой двумя стандартными скобами.

В зоне влияния опорного давления лавы наблюдалось интенсивное деформирование боковых пород. По этой причине в конвейерном штреке производилась двукратная подрывка пород почвы по всей длине выработки на глубину 0,8 м.

Негативное состояние конвейерного штрека при традиционном его поддержании показано на рисунке 3.

В результате анализа визуальных и инструментальных наблюдений за проявлениями горного давления в конвейерных штреках было установлено, что в опере-

жении штрека, на сопряжении с лавой и на участке длиной 30–40 м вслед за очистным забоем максимальные смещения породного контура происходили по напластованию пород кровли при значительных смещениях элементов крепи в замках со стороны массива, при этом интенсивный рост вертикальных смещений породного контура начинался на расстоянии 20–25 м перед лавой.

На сопряжении с лавой вертикальные смещения составляли в среднем около 2,5 м, из которых на долю кровли приходилось 75–80 %, а горизонтальные смещения равнялись 1,25–1,3 м.

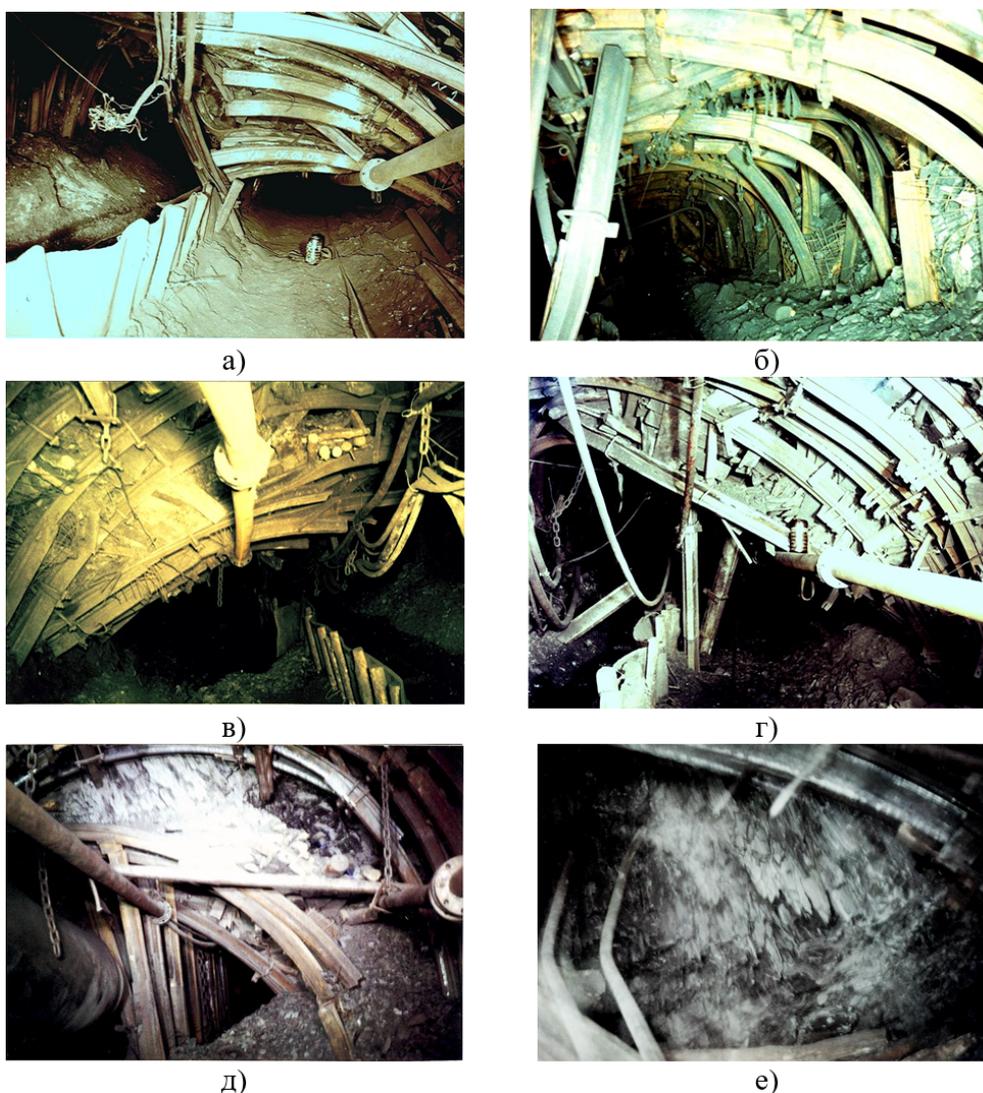


Рисунок 3 — Состояние конвейерного штрека без крепи усиления на расстоянии 60 м (а–в), 100 м (г) и 240 м (д, е) от лавы и при перекреплении выработки

Вслед за лавой в зоне влияния выработанного пространства на участке длиной 60–80 м вертикальные смещения составляли около 3 м, из которых смещения кровли составляли около 60 %. Таким образом, уже на расстоянии 100 м вслед за лавой необходимо было перекреплять конвейерный штрек из-за неудовлетворительного состояния крепи, что видно из фотографий, представленных на рисунке 3.

Вслед за лавой на участке штрека длиной 30–40 м происходил перекосяк комплектов крепи из-за асимметричной нагрузки рам. Вследствие этого около 60 % замков со стороны выработанного пространства заклинивалось и разрывалось, что сопровождалось выдавливанием забойных стоек арочной крепи в полость выработки на величину 0,9–1,3 м (рис. 3, в).

Для соединения между собой отрезков продольных балок и подвешивания ПБКУ к каждому верхняку арочной крепи использовались соединительные элементы, показанные на рисунке 4.

На первом этапе опытно-промышленной проверки на двух участках конвейерного штрека длиной по 100 м комплекты арочной крепи были связаны по длине выработки одинарной продольно-балочной крепью усиления с симметричным (рис. 5, а) расположением балки относительно вертикальной оси выработки.

Крепью усиления представляла собой продольную балку из отрезков спецпрофиля СВП-27 длиной по 3,5 м, которые соединялись на каждом стыке внахлест на 0,5 м двумя стандартными хомутами.

Балка подвешивалась в средней части верхняка каждой рамы крепи на двух металлических крючьях диаметром 0,024 м с помощью планок и гаек (рис. 1, 4, 5). Отставание продольно-балочной крепи от проходческого забоя конвейерного штрека не превышало 4–6 м.

На втором этапе, для повышения жесткости крепи усиления и предотвращения интенсивных боковых смещений контура

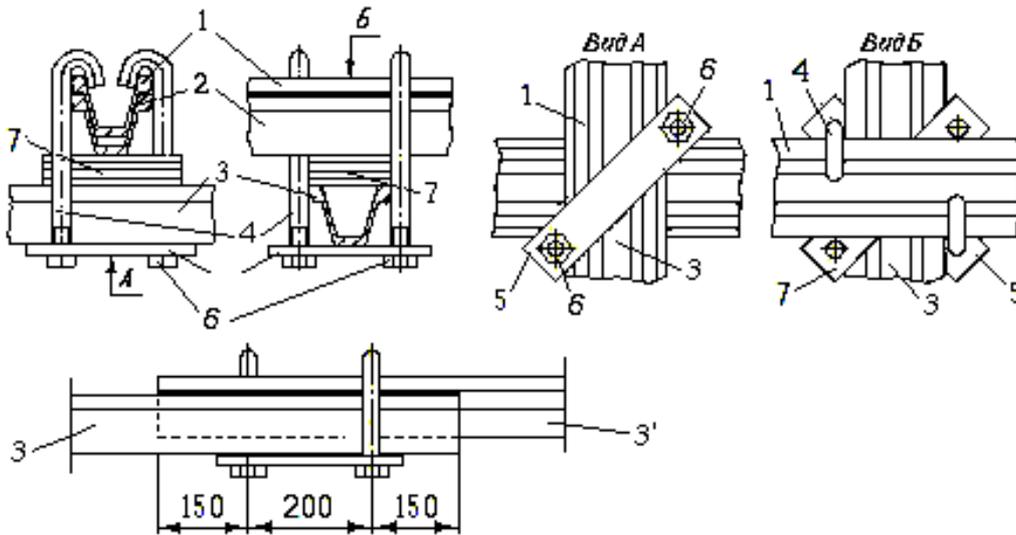
выработки со стороны напластования пород, в штреке была установлена двухбалочная усиливающая крепь с симметричным расположением балок по верхняку на расстоянии 2,0 м друг от друга по ширине выработки (рис. 5, б). Применение двухбалочной крепи усиления с симметричным расположением балок по верхняку крепи позволило повысить эффективность работы арочной крепи за счет пространственной консолидации ее комплектов и создания из них жесткой каркасной конструкции, препятствующей продольно-поперечным перемещениям рам основной крепи.

На третьем этапе для повышения качества работы продольно-балочной крепи усиления расположение балок по профилю верхняка было изменено таким образом, что одна балка была размещена по центру верхняка, а вторая — на 0,2 м выше замка арочной крепи — по линии действия максимальной нагрузки со стороны напластования пород кровли (рис. 5, в).

Симметричное расположение балок относительно напластования и вектора максимальной нагрузки на крепь позволило улучшить состояние арочной крепи за счет перераспределения повышенной и неравномерной нагрузки между перегруженными и недогруженными комплектами арочной крепи по длине выработки и локализовать вредное воздействие на элементы крепи больших изгибающих моментов.

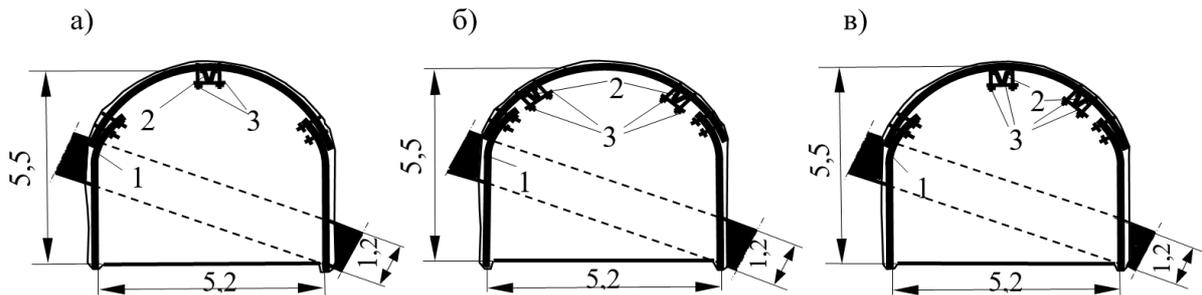
Наличие жесткой продольно-балочной связи рам основной крепи конвейерного штрека способствовало образованию надбалками в непосредственной кровле выработки локальных грузонесущих зон в виде сводов естественного равновесия из дезинтегрированных породных отдельностей зоны разрушенных пород (ЗРП). Наличие данных грузонесущих сводов обеспечивало снижение вертикальной нагрузки на верхняки рам арочной крепи с перенаправлением потоков кинетической энергии смещающихся пород кровли в бока и отчасти в почву выработки.

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ



1 — верхняк крепи; 2 — стойка крепи; 3 — отрезок продольно-балочной крепи усиления из СВП-27; 4 — болты-крючья; 5 — планки; 6 — гайки 7 — пластины-подкладки в зазоре

Рисунок 4 — Элементы крепления продольно-балочной крепи усиления к верхняку основной крепи



1 — арочная крепь; 2 — продольная балка; 3 — элементы крепления балки к верхняку основной крепи

Рисунок 5 — Способы усиления арочной крепи конвейерного штрека 2-й западной и 2-й восточной лав пласта h_{10} при: однобалочной (а, б) и двухбалочной (в) крепях усиления из спецпрофиля СВП-27; при симметричном (а, в) и асимметричном (б) расположении балок по периметру крепи

Данный факт образования сводов естественного равновесия над продольными балками, связывающими рамы основной крепи, был впервые установлен в подготовительных выработках 4-й и 5-й восточных лав пласта s_{11} шахты «Южнодонбасская № 3» [5].

Состояние конвейерных штреков 2-й западной и 2-й восточной лав при использовании ПБКУ на разных этапах проявления горного давления представлено на рисунке 6.

На рисунке 7 представлены результаты инструментальных наблюдений за смещениями и скоростями смещений боковых пород на контуре конвейерного штрека при использовании трех вариантов продольно-балочной крепи усиления (рис. 5).

Применение ПБКУ позволило при минимальных затратах сил и средств и без создания технологических помех выполнению рабочих процессов в конвейерном штреке и на его сопряжении с лавой снизить конвергенцию боковых пород на контуре выработки.

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

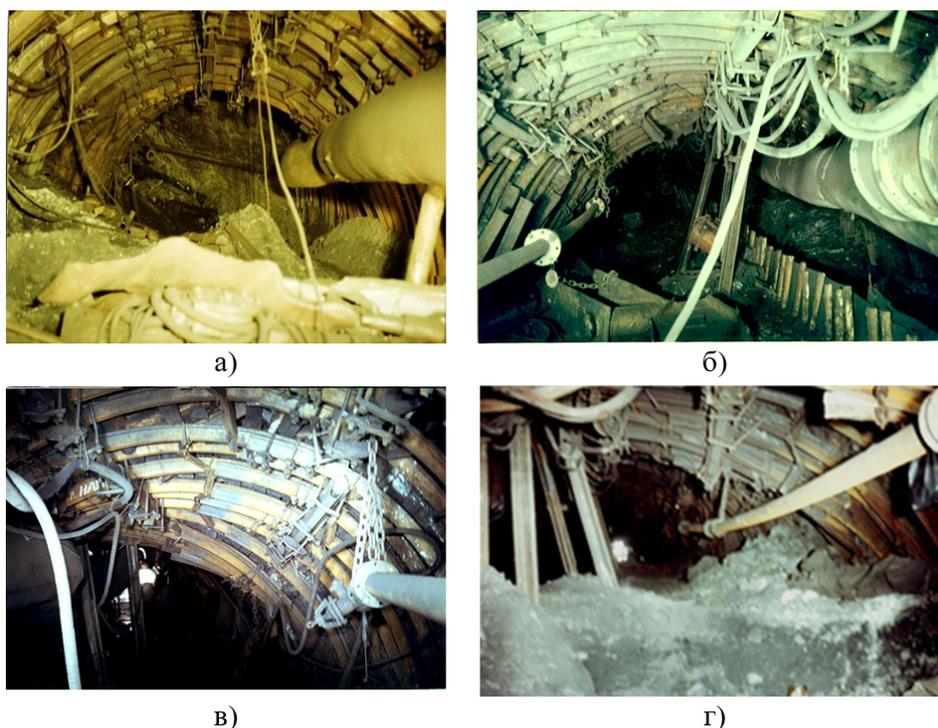
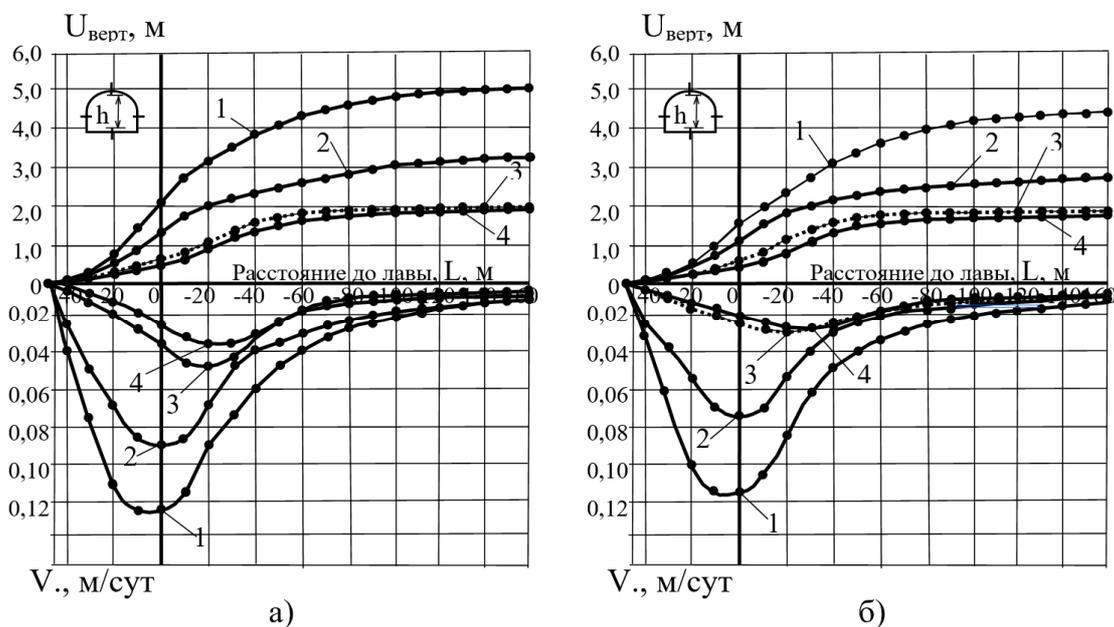


Рисунок 6 — Состояние конвейерного штрека в проходческом забое (а) и вслед за лавой на расстоянии соответственно: б) 60 м; в) 80 м (при отсутствии крепи усиления на локальном участке); г) 120 м за лавой (при подрывке почвы)



1 — на контрольном участке без ПБКУ; 2 — на первом экспериментальном участке при использовании одной центральной балки из СВП-27; 3 и 4 — на втором и третьем экспериментальных участках соответственно при двух симметричных и двух асимметричных балках и опережении лавы забоем конвейерного штрека на 45 м

Рисунок 7 — Графики зависимости вертикальных смещений и скоростей смещений породного контура конвейерного штрека 2-й западной (а) и 2-й восточной (б) лав пласта h_{10} от расстояния до лавы

На контрольных участках конвейерных штреков 2-й западной и 2-й восточной лав пласта h_{10} вертикальные смещения боковых пород на сопряжении лавы составили соответственно 2,1 и 1,6 м, а на расстоянии 160 м за лавой их величина была равна соответственно 5,0 и 4,4 м, т. е. возросла соответственно на 2,9 и 2,8 м или в 2,38 и 2,75 раза.

При однобалочном усилении арочной крепи конвейерного штрека 2-й западной лавы пласта h_{10} величина вертикальных смещений была снижена на 0,8 м (в 1,62 раза) на сопряжении с лавой и на 1,8 м (или в 1,56 раза) на расстоянии 160 м за лавой (рис. 7, а).

При использовании двух симметричных и асимметричных балок вертикальные смещения на сопряжении с лавой уменьшились в среднем соответственно на 1,5 м (в 3,5 раза) и на 1,7 м (в 5,25 раза), а на расстоянии 160 м за лавой они снизились на 3,0 м (в 2,5 раза) и на 3,05 м (в 2,56 раза).

Применение однобалочной крепи усиления в конвейерном штреке 2-й восточной лавы позволило снизить величину вертикальных смещений на сопряжении с лавой на 0,5 м (в 1,45 раза) и на 1,4 м (или в 1,56 раза) на расстоянии 160 м за лавой.

Применение симметричной и асимметричной двухбалочной крепи усиления в конвейерном штреке 2-й восточной лавы пласта h_{10} позволило снизить величину вертикальных смещений на сопряжении с лавой соответственно на 1,0 м (в 2,67 раза) и на 1,2 м (в 4,0 раза), а на расстоянии 160 м за лавой они снизились соответственно на 2,25 м (в 2,15 раза) и на 3,05 м (в 2,27 раза).

Следует также отметить, что при выдавливании пород кровли выработки со стороны массива угля происходило формирование породных складок давления, которые представляли собой параболический эллипсоид, длинная ось которого была параллельна продольной оси выработки, а в поперечном сечении выработки и эллипсоида он представлял собой перевернутую параболу, центральная ось которой была ориен-

тирована по направлению напластования пород с отклонением от него в обе стороны на угол β , величина которого может быть определена по формуле [3]

$$\beta = \arccos\left(1 - \frac{U}{R_B}\right), \quad (1)$$

где U — максимальные смещения породного контура по напластованию пород, м;

R_B — радиус верхняка арочной крепи, м.

Характерной особенностью механизма деформирования пород кровли и почвы конвейерных штреков 2-й западной и 2-й восточной лав пласта h_{10} в зоне влияния очистных работ является изменение места расположения максимумов скоростей вертикальных смещений относительно окна лавы. Как видно из представленных на рисунке 7 (а и б) графиков, при возрастании жесткости продольно-балочной крепи усиления происходит сдвиг месторасположения максимальных значений вертикальных скоростей смещений в сторону выработанного пространства при одновременном уменьшении их абсолютной величины. Так, если точка с максимальным значением скорости вертикальных смещений без усиливающей крепи в конвейерном штреке 2-й западной лавы располагалась на расстоянии 5 м перед лавой, то при одной балке крепи усиления она была расположена на сопряжении с очистным забоем, а при двух балках — на расстоянии 20 и 25 м вслед за лавой соответственно при симметричном и асимметричном расположении балок по ширине выработки. При этом величина скорости вертикальных смещений боковых пород на контуре конвейерного штрека на контрольном участке составила 0,124 м/сут; при использовании однобалочной крепи усиления — 0,085 м/сут (на 0,039 м/сут или в 1,46 раза меньше, чем на контрольном участке); а при использовании симметричной и асимметричной двухбалочной крепи усиления величина скорости соответственно составила 0,047 и 0,038 м/сут, что на 0,077 м/сут или в 2,64 раза и на 0,086 м/сут

или в 3,26 раза меньше, чем на контрольном участке.

На контрольном участке конвейерного штрека 2-й восточной лавы пласта h_{10} точка расположения максимума вертикальных смещений боковых пород располагалась также на расстоянии 5,0 м перед окном лавы, а величина скорости вертикальных смещений составила 0,118 м/сут. При использовании в конвейерном штреке 2-й восточной лавы пласта h_{10} однобалочной крепи усиления величина максимальной скорости вертикальных смещений составила 0,076 м/сут (на 0,042 м/сут или в 1,59 раза меньше, чем на контрольном участке), и точка ее максимума располагалась также в створе с лавой. При использовании симметричной и асимметричной продольно-балочной крепи усиления величина максимальных значений соответственно составила 0,029 м/сут и 0,027 м/сут (на 0,089 м/сут или в 4,07 раза и на 0,091 м/сут или в 4,37 раза меньше, чем на контрольном участке).

Выводы. Положительные результаты опытно-промышленной проверки продольно-балочной крепи усиления в условиях конвейерных штреков 2-й западной и 2-й восточной лавы пласта h_{10} шахты им. М. И. Калинина, полученные при использовании сплошной системы разработки и поддержании выработки в различных зонах проявления повышенного горного давления, позволили сделать вывод о возможности управления процессом самоорганизации породных отдельностей на контуре выработки при продольно-жесткой связи рам основной крепи. Консолидация комплектов арочной крепи по длине выработки позволяет изменить механизм взаимодействия породных отдельностей в зоне неупругих де-

формаций вокруг выработки за счет синергетического эффекта образования и сохранения грузонесущих сводов в породах кровли над балками крепи усиления.

Применение однобалочной крепи усиления позволило снизить величину вертикальных смещений боковых пород в 1,56 раза, а при использовании симметричной и асимметричной двухбалочной крепи усиления вертикальные смещения были снижены соответственно в 2,5 и 2,56 раза.

Полученные результаты позволяют отметить, что продольно-балочная консолидация рам основной крепи позволяет:

- стабилизировать и локализовать деформационные процессы, происходящие в окрестности подготовительной выработки посредством перераспределения повышенной нагрузки между перегруженными и недогруженными рамами крепи по длине выработки;

- обеспечить продольно-поперечную устойчивость рам арочной крепи за счет каркасного принципа их взаимодействия с продольно-балочной крепью усиления;

- снизить вертикальные смещения пород кровли и почвы с ростом жесткости применяемой крепи усиления за счет формирования и сохранения над продольными балками самораспорных и грузонесущих сводов из породных отдельностей дезинтегрированных пород зоны неупругих деформаций непосредственной кровли с преимущественно горизонтальным полем сжимающих усилий, что обеспечивает формирование в кровле пласта распорной зоны с преобладающими горизонтальными смещениями боковых пород и перенаправляет повышенное давление пород кровли и почвы в бока выработки.

Список источников

1. Черняк И. Л., Ярунин С. А. *Управление состоянием массива горных пород*. М. : Недра, 1995. 395 с.
2. *Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт* / И. Ю. Заславский, В. Ф. Компанец, А. Г. Файвищенко, В. М. Клеценков. М. : Недра, 1991. 235 с.

3. Литвинский Г. Г., Гайко Г. И., Куддыркаев М. И. Стальные рамные крепи горных выработок. К. : Техника, 1999. 216 с.

4. Бабюк Г. В. Управление надежностью горных выработок : монография. Донецк : Світ книги, 2012. 420 с.

5. Соловьёв Г. И. О результатах опытно-промышленной проверки эффективности способа продольно-жесткого усиления арочной крепи выемочных выработок глубоких шахт // Геотехнічна механіка : міжвідомчий збірник наукових праць. Дніпропетровськ : ІГТМ ім. М. С. Полякова НАН України, 2005. Вип. 61. С. 274–284.

6. Соловьёв Г. И. Определение параметров продольно-жесткой крепи усиления выемочных выработок глубоких шахт // Геотехнічна механіка : міжвідомчий збірник наукових праць. Дніпропетровськ : ІГТМ ім. М. С. Полякова НАН України, 2006. Вип. 64. С. 157–171.

7. Соловьёв Г. И. Особенности физической модели самоорганизации боковых пород на контуре выемочной выработки при продольно-жестком усилении арочной крепи // Науковий вісник НГУ. 2006. № 1. С. 11–18.

8. Соловьёв Г. И. Влияние продольно-балочной связи комплектов арочной крепи на устойчивость выемочных выработок глубоких шахт // Проблемы горного давления. 2019. № 1–2. (36–37). С. 33–44.

© СОЛОВЬЁВ Г. И.

**Рекомендована к печати к.т.н., доц., каф. ГиБП ДонГТУ Смекалиным Е. С.,
д.т.н., проф. каф. РМПИ ДонНТУ Новиков А. О.**

Статья поступила в редакцию 28.10.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Соловьёв Геннадий Иванович, канд. техн. наук, доцент каф. разработки месторождений полезных ископаемых
Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Россия,
e-mail: gisoloviev1@gmail.com

Solov'ev G. I. (Donetsk National Technical University, Donetsk, Russia, e-mail: gisoloviev1@gmail.com)
**ENSURING STABILITY OF THE ARCH SUPPORT OF PRELIMINARY DEVELOPMENT
OF DEEP MINES BY LONGITUDINAL-BEAM REINFORCEMENT SUPPORT**

The results of testing the effectiveness of single and double longitudinal-beam reinforcement to ensure the stability of belt entries of the 2nd western and 2nd eastern longwall faces of layer h10 "Livensky" in the conditions of mine named after M. I. Kalinin of the state enterprise "Donetsk Coal Energy Company" are presented.

Key words: longitudinal-beam reinforcement, belt entry, rock pressure, excavation workings, arch support.

References

1. Chernyak I. L., Yarinin S. A. Management of rock mass condition [Upravlenie sostoyaniem massiva gornyh porod]. M. : Nedra, 1995. 395 p. (in terms)

2. Zaslavskiy I. Yu., Kompanets V. F., Fayvishenko A. G., Kleshchenkov V. M. Increasing the stability of preparatory excavations of coal mines [Povyshenie ustojchivosti podgotovitel'nyh vyrabotok ugol'nyh shaht]. M. : Nedra, 1991. 235 p. (in terms)

3. Litvinsky G. G., Gajko G. I., Kuldyrkaev M. I. Steel frame supports of mining excavations [Stal'nye ramnye krepі gornyh vyrabotok]. K. : Tekhnika. 1999. 216 p. (rus)

4. Babiyuk G. V. Reliability management of mine workings : a monograph [Upravlenie nadezhnost'yu gornyh vyrabotok : monografiya]. Donetsk : Svit knigi, 2012. 420 p. (rus)

5. Solov'ev G. I. *On the results of pilot testing the efficiency of method of longitudinal rigid reinforcement of arch support of excavation workings of deep mines [O rezul'tatah opytно-promyshlennoj proverki effektivnosti sposoba prodol'no-zhestkogo usileniya arochnoj krepі vyemochnyh vyrabotok glubokih shaht]. Geotekhnicheskaya Mekhanika : mizhvidomchij zbirnik naukovih prac'. Dnipropetrovs'k : IGTM im. M. S. Polyakova NAN Ukraїni, 2005. Iss. 61 Pp. 274–284. (rus)*

6. Solov'ev G. I. *Determining the parameters of longitudinal rigid supports for reinforcing deep mines [Opredelenie parametrov prodol'no-zhestkoj krepі usileniya vyemochnyh vyrabotok glubokih shaht]. Geotekhnicheskaya Mekhanika : mizhvidomchij zbirnik naukovih prac'. Dnipropetrovs'k : IGTM im. M. S. Polyakova NAN Ukraїni, 2006. Iss. 64. Pp. 157–171. (rus)*

7. Solov'ev G. I. *Features of the physical model of self-organization of lateral rocks on the contour of the excavation at longitudinal rigid reinforcement of arch support [Osobennosti fizicheskoi modeli samoorganizacii bokovyh porod na konture vyemochnoj vyrabotki pri prodol'no-zhestkom usilenii arochnoj krepі]. Naukovij visnik NGU. 2006. No. 1 Pp. 11–18. (rus)*

8. Solov'ev G. I. *Influence of longitudinal-beam connection of arch support sets on the stability of excavations of deep mines [Vliyanie prodol'no-balochnoj svyazi komplektov arochnoj krepі na ustojchivost' vyemochnyh vyrabotok glubokih shaht]. Problemy gornogo davleniya. 2019. No. 1–2 (36–37). Pp. 33–44. (rus)*

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Solov'ev Gennady Ivanovich, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Mineral Deposits Development
Donetsk National Technical University
Donetsk, Russia,
e-mail: gisoloviev1@gmail.com