

УДК 622.831

Новая податливая крепь с усиленным верхняком

Описан опыт поддержания горных выработок на шахте ООО «Интер-инвест уголь». Показана целесообразность применения арочной крепи с усиленным верхняком в условиях преобладания вертикальных проявлений горного давления.

Одно из основных направлений снижения затрат на добычу угля – повторное использование окантуривающих выемочное поле горных выработок. Возникающие при этом повышенные смещения пород ограничивают применение крепей с малой податливостью. В настоящее время объем крепления подготовительных выработок арочной рамной податливой крепью на шахтах Украины составляет не менее 80 % [1]. При этом состояние большей части выработок остается неудовлетворительным.

Наиболее широко используемая арочная трехзвенная крепь КМП-А3 (АП-3) в условиях неравномерных смещений горных пород часто не обеспечивает безаварийную эксплуатацию выработки. Появляющиеся новые конструкции рамных крепей [2] в ряде случаев успешно противостоят проявлениям горного давления, но их область применения не охватывает всего многообразия горнотехнических факторов. Поэтому необходима разработка новых крепей, наиболее отвечающих конкретным особенностям месторождений и позволяющих обеспечить безремонтную повторную эксплуатацию подготовительных выработок.

На шахте ООО «Интер-инвест уголь» (бывшая шахта им. В. Р. Менжинского) угольный пласт I_8^H (мощность 0,75 – 0,8 м, угол падения 10 – 16°) обрабатывается сплошной системой разработки по простиранию с поддержанием конвейерных штреков за лавой. В непосредственной кровле пласта залегает алевролит (мощность 1,2 – 2 м, прочность на сжатие 55 МПа), в основной кровле – песчаник (мощность 0,4 – 6,18 м, прочность 69 МПа). Непосредственная почва – аргиллит (мощность 0,6 – 0,8 м, прочность 35 МПа), основная почва – алевролит (мощность 3,37 – 9,7 м, прочность 55 МПа).

Применение крепи КМП-А3 с замками АП3.030 при ведении горных работ на глубине 900 м с шагом крепи 0,5 м показало ее нестабильную работу. Повсеместно наблюдалась деформация в виде прогиба верхняка и разрушения замков, что вызывало необходимость выполнения ремонтных работ как по замене замков, так и по перекреплению выработки.

Чтобы повысить эффективность отработки лавы, требовалось повысить устойчивость конвейерного штрека и минимизировать работы по его поддержанию. Для решения поставленной задачи инженерно-технические работники шахты совместно со специалистами ООО «Донбасскрепь» последовательно внедряли конструктивные меры, увеличивающие отпор крепи в лаве и штреке.



М. И. БУГАРА,
канд. техн. наук
(ООО «Интер-инвест уголь»)



В. В. ВИШНЕВЕЦКИЙ,
канд. техн. наук
(НПО «Механик»)



В. Ю. ХАЛИМЕНДИК,
инж.
(НПО «Механик»)



И. Е. ИВАНОВ,
канд. техн. наук
(ООО «Донбасскрепь»)



Рис. 1. Состояние повторно используемого вентиляционно-го штрека горизонта 917 м с крепью КМП-А5.

Вначале, в целях увеличения податливости крепи, было решено заменить трехзвенную крепь конвейерного штрека КМП-А3 площадью сечения всвету $13,8 \text{ м}^2$ на пятизвенную КМП-А5 площадью сечения всвету $16,2 \text{ м}^2$. В целях повышения надежности соединения элементов и рабочего сопротивления крепи было решено применить соединительные замки ЗПКм. Поскольку замки усиленные, шаг крепи увеличили до $0,8 \text{ м}$. В лаве на сопряжении с выработкой укладывали бутовые полосы и устанавливали деревянную органныю крепь. Однако указанная система крепления не полностью способствовала решению поставленной задачи. Так, на расстоянии 100 м от лавы смещения кровли достигали $1,5 \text{ м}$, элементы рамной крепи находились в аварийном состоянии, что сопровождалось значительным прогибом верхняков крепи внутрь выработки. На стойках (в зоне их податливого соединения с верхняком) наблюдалось нарушение целостности спецпрофиля в виде разрывных продольных трещин (рис. 1).

Замена бутовых полос на железобетонные блоки позволила улучшить ситуацию, но не избавила от необходимости перекрепления выработки. В местах прогиба верхняков вертикальная конвергенция после прохода лавы достигала 1 м .

Выбору конструкции крепи предшествовали теоретические исследования. Из анализа сложившейся ситуации следовало, что основная причина аварийного состояния рамной крепи – нерациональное распределение напряжений вдоль ее элементов. Вычисление возникающих усилий в элементах крепи КМП-А3 показало увеличение максимальных

и уменьшение минимальных значений эпюры изгибающих моментов при отклонении коэффициента бокового давления (соотношение горизонтальной к вертикальной компоненте нагрузки) от значения, близкого к $0,7$. Так, изгибающие моменты M по середине верхняка достигают нулевого значения при значении бокового давления λ , близкого к $0,7$ (рис. 2). При больших значениях коэффициента бокового давления крепь будет сжата с боков, а при меньших – по вертикали. Таким образом, в случае соотношения нагрузок, значительно отличающихся от коэффициента бокового давления, равного $0,7$, надо применять меры, направленные на усиление наиболее нагруженных участков крепи КМП-А3.

Для увеличения несущей способности арочной крепи инженеры ООО «Донбасскрепь» предложили использовать усиленную конструкцию ее верхняка. Данный верхняк состоит из двух элементов спецпрофиля 3 (рис. 3), соединенных в верхней части

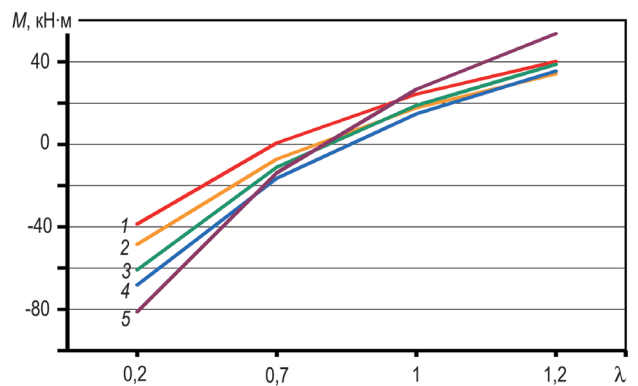


Рис. 2. Динамика изменения изгибающего момента M по середине верхняка крепи КМП-А3 при изменении коэффициента бокового давления λ (вертикальная нагрузка 100 кН/м): 1; 2; 3; 4 и 5 – 9,2; 11,2; 13,8; 15,5 и 18,3 м^2 .

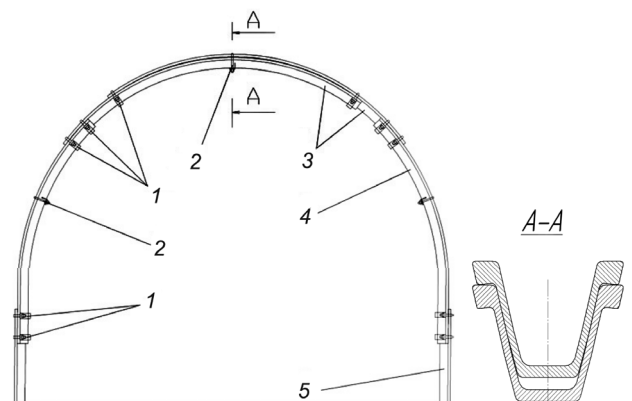


Рис. 3. Вид используемой крепи КМП-А3: 1 – элементы верхняка; 2 – стойки; 3 – дополнительная прямолинейная стойка; 4 – замок ЗПКм; 5 – замок межрамной стяжки.

крепь замковым соединением, выполненным с увеличенным нахлестом сочленяемых элементов. Усиленный наиболее нагруженный участок верхняка позволяет повысить жесткость конструкции, что препятствует изгибу ее элементов. В технической документации крепь получила обозначение – крепь КПДВ.

При дальнейшем анализировании эффективности принятого технического решения проводили моделирование пластических деформаций крепи методом конечных элементов. Схема нагружения соответствовала принятой во время испытаний крепей на стенде в Донецком научно-исследовательском угольном институте (ДонУГИ) – приложение усилий в 1/4 ширины крепи от ее краев с пассивной боковой нагрузкой. Определяли нагрузку, при которой происходят неконтролируемые пластические деформации в элементах крепи и крепь теряет устойчивость.

Моделирование работы крепи КМП-А3 сечением всвету 11,2 м² из спецпрофиля СВП-22 показало ее предельную нагрузку, равную 300 кН (нормативное значение 333 кН [3]). При моделировании крепи аналогичного сечения и типа спецпрофиля с усиленным верхняком КПДВ-А4 достигнутая несущая способность арки составила 420 кН, что на 40 % больше, чем у крепи КМП-А3. В результате теоретически была подтверждена эффективность предложенной конструкции.

Для проектируемой крепи (рис. 3) с учетом ее повышенной несущей способности и применения в зоне влияния очистных работ были выбраны усиленные замки ЗПКм. Чтобы увеличить вертикальную податливость крепи, было решено применить дополнительные прямолинейные стойки. Элементы верхняка длиной 3,8 м соединяли с увеличенным нахлестом, равным 3,1 м. Учитывая несимметричность конструкции, приняли схему установки крепи с чередованием размещения элементов верхняка на каждой раме (сначала правый элемент сверху, потом левый и т. д.).

В конвейерном штреке оборудовали наблюдательную станцию, на которой выполняли инструментальные замеры параметров конвергенции. Зафиксировано, что вертикальная конвергенция крепи в выработке, закрепленной крепью КПДВ, через два месяца после проведения очистных работ не превышала 0,6 м. Усредненные значения смещений в замках, соединяющих стойку с верхняком, составили 48 и 345 мм, причем большие значения отмечены со стороны лавы. На расстоянии более 300 м от лавы



Рис. 4. Конвейерный штрек горизонта 980 м, закрепленный крепью КПДВ.

выработка находится в удовлетворительном состоянии (рис. 4). Применение крепи КПДВ дало возможность отказаться от необходимости перекрепления выработки. Общие затраты на поддержание конвейерного штрека были снижены на 50 – 60 %.

За 18 месяцев с помощью крепи КПДВ пройдено более 400 м выработки, что позволило добиться ее безремонтного поддержания.

Выводы. При значительном преобладании вертикальных проявлений горного давления эффективной мерой, направленной на повышение несущей способности крепи, является усиление ее верхняка. Применение крепи со сдвоенным верхняком в условиях шахты ООО «Интер-инвест уголь» дало возможность избежать затрат на перекрепление выемочных выработок.

Благодаря постоянному творческому поиску инженерного персонала удалось добиться технологичных и экономически выгодных методов поддержания выемочных выработок.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Егоров С. И. Обобщение опыта крепления и охраны подготовительных выработок / С. И. Егоров, Ю. М. Халимендик, Э. П. Курченко [и др.] // Уголь Украины. – 2002. – № 5. – С. 19 – 21.
2. Кириченко В. Я. Несущая способность штрековых металлокрепей из спецпрофиля СВП / В. Я. Кириченко // Геотехническая механика. – 2009. – Вып. 83. – С. 55 – 65.
3. Рамные крепи горных выработок: обзорная информация и справочные материалы. – Донецк: ДонУГИ, 1992. – 35 с.