

УДК 622.831.3

Снижение затрат на проведение и поддержание горных выработок – важная задача угольных шахт

Изложены основные направления снижения затрат на сооружение и поддержание горных выработок в условиях затянувшегося кризиса.

Ключевые слова: горные выработки, затраты, направления снижения.

Контактная информация: nshlupkin@yahoo.com

На шахтах Донбасса затраты на сооружение и поддержание горных выработок достигают 30–40 % в общей себестоимости 1 т добытого угля. Снижение их – крупный резерв уменьшения издержек производства.

Подготавливающие и участковые выработки проходят в основном узким забоем по угольным пластам, при этом образуется много отходов (техногенно разрушенных пород). С увеличением глубины разработки возрастает объем породных отходов при производстве ремонтных работ в поддерживаемых выработках. Породные отходы выдают на земную поверхность (до 90–95 %) и складировуют в отвалы. Породные отвалы – источники загрязнения окружающей среды: земель, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод.

За последние три десятилетия в угольной отрасли в еще большей мере возросла необходимость применения прогрессивных направлений, способов и технологий повышения безопасности труда, снижения издержек добычи угля, уменьшения отрицательного влияния горных работ на окружающую среду. В период затянувшегося кризиса шахты испытывают трудности финансирования, происходит существенный отток квалифицированных рабочих и инженерно-технических кадров и т. д. В сложившихся условиях крайне важно использовать достоверные, технолого-технические и организационные решения, существенно влияющие на рост технико-экономических показателей работы шахт. При этом нужно повысить качество сооружения выработок, т. е. собственными силами увеличить эффективность эксплуатируемого горного хозяйства.

Для снижения затрат на проведение и поддержание горных выработок в предстоящие годы в условиях шахт необходимо рационально использовать весь **комплекс направлений**.

- *Максимально возможная и технологически приемлемая концентрация горных работ, увеличивающая нагрузку (добычу угля) на шахтопласт, панель или горизонт, сокращающая разбросанность горных работ в шахтном поле, уменьшающая протяженность сооружаемых и поддерживаемых выработок.*

При пологом и наклонном залеганиях пластов необходимо разрабатывать один или не более двух шахтопластов. Разрабатывая два шахтопласта, следует вести раздельную выемку запасов, т. е. избегать подработки или надработки выработок смежного пласта. На определенной площади смежный пласт целесообразно предварительно подили надработать и только после этого начинать горные работы [1].



М. П. ЗБОРЩИК,
доктор техн. наук
(ДонНТУ)

- *Разработка пластов мощностью более 0,8 м и высокой газоносностью (III категории, сверхкатегорные и выбросоопасные) комбинированной системой, включающей: подготовку угольного столба одним конвейерным штреком; продвижение высоконагруженной лавы обратным ходом; повторное использование конвейерного штрека; подачу по двум штрекам свежего воздуха ко входам в призабойное пространство лавы; движение струи воздуха в лаве в нисходящем порядке (по падению); поддержание позади первой лавы только конвейерного штрека; прямоточное проветривание выработок выемочного участка; подсвеживание исходящей из лавы струи воздуха на сопряжении с конвейерным штреком; движение загрязненного воздуха по конвейерному штреку на фланговую наклонную выработку.*

- *Расширенное применение бесцеликовой технологии (снижение эксплуатационных потерь угля): сокращение протяженности сооружаемых выработок; сведение к минимуму затрат на поддержание выработок; расположение выработок в зонах разгрузки; использование природной и остаточной прочности вмещающих пород; повышение сплошности вмещающей слоистой толщи и т. д.*

- *Резкое повышение качества и уровня сооружения горных выработок с использованием собственных трудовых ресурсов.* Наличие собственной (внутришахтной) системы, базирующейся на следующих принципах: высоком уровне обучения горнорабочих, особенно умений высококачественного выполнения работы; создании и функционировании простой, прозрачной и действенной системы материальной заинтересованности рабочих и инженерно-технических работников в результатах вложенного труда; постоянном контроле качества выполняемых и завершенных горных работ; предотвращении противоправных действий надзора и горнорабочих в профессиональной деятельности сооружения и эксплуатации горных выработок.

Ниже изложена суть основных организационно-технологических решений снижения затрат на сооружение и поддержание горных выработок. Применение этих решений в 1,4–1,8 раза уменьшает затраты на горные работы в шахтах Донбасса.

Подготавливающие выработки. В шахтах преобладает традиционный способ охраны наклонных выработок, погоризонтных или магистральных штреков целиками или полосами угля, но на больших глубинах такой способ охраны бесперспективен.

В настоящее время в Донбассе разрабатывают четыре свиты среднего карбона в нисходящем порядке. Расстояние по нормали между пластами разных свит достигает 500–700 м. На глубинах до 500–600 м в верхних свитах запасы угля давно извлечены, горные выработки погашены, но в первично подработанной толще остались охранные целики, полосы и участки угля. Установлено [2], что при повторной подработке вышезалегающей толщи пластами нижних свит в выработках подрабатывающих пластов возрастает вглубь массива отрицательное влияние аномальных зон технологического характера. Оставленные в первично подработанной толще целики или полосы угля формируют в породах междупластий техногенные аномальные зоны высоких напряжений, т. е. увеличивается глубина вредного влияния техногенных аномальных зон в подстилающем пласт массиве.

В случае пликативной тектонической нарушенности шахтопластов на глубинах более 500–600 м целесообразно использовать региональные зоны разгрузки [3]. Причем подготавливающие выработки лучше располагать в средней части выработанного пространства разгрузочной лавы и проводить в толще обрушенных и уплотненных пород кровли. Главные

преимущества: в зоне разгрузки напряженное состояние вмещающих пород меньше по сравнению с напряжениями в естественном массиве; резко снижаются эксплуатационные потери угля; конструктивно проще сопрягать участковые выработки с подготавливающими и т. д.

В зонах разгрузки подготавливающие выработки рационально сооружать трапециевидной формы сечений (вместо арочной). Установлено [4], что изгибающий момент трапециевидной рамы из спецпрофиля близок к его значению в случае крепления арочной крепью. Рассогласование не превышает 15–20 % при условии «подшивки» плоского верхняка комплектами анкеров к породам кровли.

В зонах разгрузки целесообразно использовать рамы из тяжелого спецпрофиля (более 27 кг на 1 м) и увеличивать плотность рамной крепи. Достаточно применять традиционную плотность крепи постоянной (примерно 0,9–1 рама на 1 м длины выработки), максимально используя естественную и остаточную прочность обнаженных пород, и анкерование кровли (не более 0,8–1 м² площади на один анкер), анкера следует устанавливать практически сразу после обнажения пород (особенно плоской кровли). Кроме того, исключаются тампонажные работы по заполнению пустот в закрепном пространстве.

В сохранении устойчивости подготавливающих выработок наиболее ответственный период – приближение высоконагруженной лавы (отрабатываемой по простиранию) к границе зоны предварительной региональной разгрузки [3]. При расстояниях 2...2,2 L (где L – длина зоны проявлений временного опорного давления приближающейся лавы) происходит слияние зон временного и стационарного опорных давлений. Чтобы существенно уменьшить ширину оставляемых бортовых целиков (полос) угля или предотвратить их появление, нужно сохранить большую скорость продвижения приближающейся лавы, а лучше ее увеличить. Суть положительного влияния большой скорости продвижения смежной лавы изложена в работе [4]. Такое решение в равной мере приемлемо при отработке смежных лав по падению или восстанию пласта, когда в зоне предварительной разгрузки необходимо сохранить устойчивость магистральных штреков (погоризонтных или главного направления).

Участковые выработки. Основное подразделение действующей шахты – подземный выемочный участок. В общей протяженности выработок шахты доля участковых выработок всегда остается преобладающей. При бесцеликовой

технологии они непосредственно примыкают к очистным забоям.

Снижение затрат в течение эксплуатации выемочного участка достигается на разных этапах производственной деятельности: при отработке запасов этажа или яруса с существенно повышенной нагрузкой на лаву и подвиганием ее обратным ходом; при подготовке второго угольного столба (нижнего по падению) только конвейерным штреком (нет проходки второго присечного штрека) вне влияния очистных работ; при сооружении конвейерного штрека предварительно закладывается резерв повышенной устойчивости при влиянии очистных работ двух лав, главным образом первой лавы; при отработке запасов и влиянии очистных работ обеих лав дополнительно применяются простые и малозатратные способы и технологии сохранения устойчивости штрека. При концентрации горных работ достигнуты высокие технико-экономические показатели выемочных участков, а следовательно, и шахт.

На предприятиях накоплен опыт добычи угля высоконагруженными лавами длиной 250–300 м, суточная добыча составляет 1–3 тыс. т и более. В настоящее время существуют механизированные комплексы и оборудование для высоконагруженных лав, газовый фактор не ограничивает уровень добываемого угля до 4–5 тыс. т/сут [5]. Согласно опыту работы шахт в высоконагруженных лавах не зафиксированы опасности газодинамических проявлений.

Основные преимущества подготовки угольного столба: на лаву уменьшается в 2 раза пропущенность сооружаемых штреков; обеспечивается надежность подготовки угольного столба (особенно во времени); всегда есть возможность планировать резерв времени для производства дополнительных работ или устранения сложившихся непредвиденных трудностей. Технологический паспорт должен содержать определенные решения по созданию резерва (залога) повышенной устойчивости конвейерного штрека в период влияния очистных работ [4].

Отметим комплекс базовых решений: применение трапециевидной формы площади поперечного сечения штрека вместо арочной; сохранение природной целостности пород кровли (обнажение плоское); отказ от формирования свода в породах кровли (уменьшение трудовых затрат и устранение недостатков его оконтуривания); заглупление площади поперечного сечения штрека в породы почвы и расположение его подошвы над слоем более прочных пород; плотный контакт рамной крепи с породами контура штре-

ка и отсутствие пустот в закрепном пространстве; применение комбинированной крепи – сочетание податливых рам из спецпрофиля (до 400 мм) и армирование анкерами пород кровли; высокий предварительный распор трапециевидных податливых рам и «торможение» разрушений и смещений приконтурных пород; предотвращение размоканий пород подошвы штрека [6].

При выемке угля первой лавой конвейерный штрек подвержен воздействиям дополнительного горного давления впереди и позади очистного забоя. Главная задача в этот период – поддерживать штрек в удовлетворительном состоянии, чтобы он оставался пригодным для повторного использования при отработке запасов нижнего (по падению) столба. По данным опыта работы шахт целесообразно сохранять не менее 75–80 % площади поперечного сечения поддерживаемого штрека. Технологически очень важно, чтобы его эксплуатационное состояние не сказывалось отрицательно на производстве очистных работ в лаве. Это значит, что в конвейерном штреке недопустимо производство ремонтных работ, связанных с заменой ранее возведенных рам из спецпрофиля, т. е. следует исключить опасность обрушений пород (высыпаний) и трудоемких работ по их уборке.

В зоне временного опорного давления (впереди лавы) сохранение штрека не сопряжено с большими трудностями. Здесь малое влияние очистных работ обеспечивается двумя технологическими направлениями: пройденный штрек обладает запасом или резервом повышенной устойчивости; высокая скорость подвигания лавы (80–100 м/мес и более) и дополнительная установка усиливающей крепи (гидростоек с большим предварительным распором до границ зоны влияния очистных работ).

Для сохранения устойчивости конвейерного штрека самый ответственный участок – позади лавы в зоне активных сдвижений пород под- и надработанной толщи. Чтобы достичь положительного результата, главное здесь возвести работоспособную охранную полосу со стороны выработанного пространства лавы и установить усиливающие гидростойки. Преимущества комбинированной охранной полосы [7]: обладает повышенной жесткостью (малой усадкой); располагается под защитой коротких породных консолей или плит кровли, армированных анкерами; малый изгиб консолей (плит) кровли уменьшает в них уровень растягивающих напряжений. Если со стороны выработанного пространства лавы (по восстанию) висят длинные породные консоли, то их следует отсе- кать, например буровзрывным способом.

Наличие плоской и ненарушенной кровли, армирование ее анкерами, создание надежного опоры оседающим породам подработанной толщи комбинированной крепью и жесткой охранной полосой, соблюдение высокого качества производства горных работ – это аналогия предварительного сооружения подпорной стенки, обеспечивающей примерно одинаковые или с незначительной разницей между значениями оседаний пород кровли со сторон прилегающего угольного массива и выработанного пространства движущейся лавы.

Повторно используемый бывший конвейерный штрек погашается по мере подвигания лавы. При этом исключается его поддержание в сложных техногенных условиях двухстороннего выработанного пространства и не нужно ждать остановки очистных работ в верхней лаве (по восстанию). Проведение присечного штрека от фланговой наклонной выработки с отставанием от призабойного пространства движущейся верхней лавы сопряжено с технологическими сложностями, иными словами, этот вариант практически неприемлемый. В погашаемом штреке удобнее и проще извлекать рамную трапециевидную крепь из спецпрофиля (замедляются скорости разрушений и обрушения пород, повышается уровень безопасности работ).

Впереди лавы повторно используемый штрек не загроможден транспортными установками и оборудованием. При высокой скорости подвигания лавы его поддержание в основном ограничивается дополнительной установкой усиливающей крепи из гидростоек с высоким предварительным распором. В отдельных случаях возникает необходимость дополнительно «возрождать» податливость рамной трапециевидной крепи из спецпрофиля [4].

Увлажнение и размокание окружающих пород всегда отрицательно сказываются на состоянии поддерживаемых подготавливающих и участковых выработок. Прочность вмещающих пород при этом уменьшается в 2–3 раза и более. В выработках часто нет водоотливных канавок или они находятся в неудовлетворительном состоянии. Своевременно не предотвращается утечка воды из оросительных трубопроводов, не уделяется внимание уменьшению водопритоков в эксплуатируемые выработки и т. д. Такое негативное отношение к предотвращению или уменьшению вредного влияния водного фактора недопустимо. Достаточно навести порядок в профессиональной деятельности, чтобы определить и реализовать действенные меры по предупреждению вредного влияния водного фактора.

Выводы. Опора на собственные силы – генеральная направленность снижения затрат на сооружение и поддержание горных выработок действующих шахт в сложных условиях затянувшегося кризиса. Необходимо рационально использовать достоверные результаты опыта работы шахт и коренным образом повысить качество ведения горных работ. Суть преимуществ базовых направлений (технологических решений) в полной мере изложена в материалах публикации.

Самая сложная составляющая создания эффективной системы снижения затрат – достижение в деятельности горнорабочих привычного понимания высококачественного сооружения и эксплуатации горных выработок, сочетая при этом их материальную заинтересованность с результатами затраченного не только физического, но и творческого труда.

Добываемый уголь – основной энергоноситель страны. Сложившиеся трудности в горном хозяйстве можно преодолеть лишь собственными усилиями. Автор не преувеличивает преимуществ и перспектив изложенных направлений, способов и технологий снижения издержек добычи угля, а предлагает использовать их в качестве основы для творческого применения и дальнейшего развития в конкретных условиях действующих шахт.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зборщик М. П.* Геомеханика подземной разработки угольных пластов / М. П. Зборщик, М. А. Ильяшов. – Донецк: ДонНТУ, 2007. – Т. 2. – 262 с.
2. *Зборщик М. П.* Влияние техногенных зон повышенных напряжений в подрабатываемой толще пород на проявления горного давления при отработке пологих пластов на больших глубинах / М. П. Зборщик, В. И. Пилюгин // Уголь Украины. – 2005. – № 1. – С. 5–11.
3. *Зборщик М. П.* Геомеханика подземной разработки угольных пластов / М. П. Зборщик, М. А. Ильяшов. – Донецк: ДонНТУ, 2006. – Т. 1. – 256 с.
4. *Зборщик М. П.* Повторное использование выработок высоконагруженных лав – крупный резерв снижения производственных затрат / М. П. Зборщик, И. Г. Сахно // Уголь Украины. – 2013. – № 8. – С. 7–11.
5. *Зборщик М. П.* Предотвращение притоков метана в призабойное пространство высоконагруженных лав // Уголь Украины. – 2012. – № 12. – С. 11–16.
6. *Зборщик М. П.* Повторное использование участковых выработок – неотложная задача угольных шахт // Уголь Украины. – 2011. – № 1. – С. 17–21.
7. *Зборщик М. П.* Недостаточная эффективность применения арочной крепи в участковых выработках при бесцеликтовой технологии // Уголь Украины. – 2015. – № 6. – С. 36–39.