



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

УДК 622.831; 622.224

## Преодоление кризиса подземного горного хозяйства на шахтах Донбасса

Описаны пути модернизации подземного горного хозяйства действующих предприятий, базирующиеся на достижениях высокой концентрации работ, применении собственных научно-прикладных разработок, опыта работы шахт и малозатратности эксплуатации горных выработок.

**Ключевые слова:** модернизация подземного горного хозяйства, высокая концентрация работ, высоконагруженные лавы.

**Контактная информация:** [nshlupkin@yahoo.com](mailto:nshlupkin@yahoo.com)

Добываемый уголь – основной энергоноситель страны, а Донбасс – его доминирующий поставщик. Себестоимость 1 т угля колеблется в пределах от 0,6 до 1,5–2 тыс. грн. Исторически государство покрывало убытки действующих шахт, и дотации стали нормой их функционирования. Чтобы выжить в кризисный период, необходимо в 1,3–1,5 раза увеличить объемы добычи угля и в 2–3 раза уменьшить издержки на 1 т производства.

В условиях Донбасса трудно достичь желаемых результатов, что обусловлено следующими причинами:

- сложные природные условия добычи угля – до 90 % шахтопластов мощностью до 1,2 м и только 10 % – шахтопласты средней мощности (до 1,8–2 м);
- вмещающие породы сравнительно малой прочности, поведение их в поддерживаемых выработках не превышает средней устойчивости;
- шахтопласты газоносные, из них не менее 60–70 % относятся к сверхкатегорийным по выделению метана, не менее половины опасны по газодинамическим явлениям.

В старых угленосных районах на глубинах до 500–700 м уже отработаны продуктивные шахтопласты мощностью более одного

метра. Уголь добывают на глубинах 700–1400 м. Для шахт характерны разбросанность подземного горного хозяйства, значительные протяженности поддерживаемых выработок, изношенность стационарных машин и оборудования и т. д.

Состояние действующих шахт ухудшилось в связи с событиями 2014 г. на юго-востоке страны. Так, в Донецкой области около 35–40 шахт, из них примерно в 15–20 добывают уголь. На предприятиях увеличился отток рабочих и инженерно-технических кадров. Социальная сфера шахт и их поселков в неудовлетворительном состоянии.

К сожалению, предстоящее десятилетие не дает надежд или каких-либо предпосылок на приток инвестиций в угольную отрасль. Бюджет страны не может повышать и выделять миллиарды дотаций на покрытие убытков отрасли. В кризисный период можно выжить, опираясь только на собственные силы, т. е. использовать уже имеющиеся прогрессивные научно-прикладные разработки и опыт работы шахт, существенно улучшать уровень качества ведения горно-технологических работ, широко и тщательно применять систему моральной и материальной заинтересованности горнорабочих и инженерно-технических кадров в высококачественном ведении горных работ, жестко искоренять коррупцию и взяточничество в производственной деятельности.

Прежде всего необходимо проанализировать состояние и перспективность работоспособности действующих шахт, определить перечень предприятий, которые в современных условиях наиболее способны увеличить добычу угля и уменьшить издержки производства, в частности себестоимость 1 т получаемой продукции.

В подземном горном хозяйстве шахты не менее 90 % протяженности поддерживаемых выработок подвержены влиянию очистных работ. При этом доминирует протяженность участковых выработок, примыкающих к очистным забоям. В себестоимости 1 т добытого угля затраты на сооружение и поддержание выработок достигают 30 %, а нередко и более. Для шахт Донбасса недопустимо такое расточительство трудовых, материальных и финансовых ресурсов.

Главное направление повышения эффективности функционирования подземного горного хозяйства шахт – обеспечение в рассматриваемых условиях высокой концентрации горных работ: достижение большой нагрузки на очистной забой (на лаву), разрабатываемый шахтопласт или на его панели, горизонт, блок и т. д. Кроме того, сеть горных выработок должна быть конструктивно простой и облегчать условия эксплуатации комплекса составляющих шахты; при разработке свиты допускать, как правило, одновременную выемку угля не более чем на двух шахтопластах, обеспечивая раздельную разработку без подработки и надработки подготавливающих и участковых выработок; предпочтительнее подрабатывать и надрабатывать пласты еще до начала в них горных работ.

Модернизацию горного хозяйства шахты следует начинать с выемочных участков (основополагающих подразделений). Принятые технологические решения должны способствовать повышению эффективности их работы. В рамках участка целесообразно использовать три взаимосвязанных направления производственной деятельности:

- добыча угля должна осуществляться высоконагруженными лавами длиной до 250–300 м при суточной нагрузке 1000–3000 т, а иногда и более. Сегодня уже есть механизированные комплексы и оборудование, которые обеспечивают получение таких нагрузок на очистной забой;
- повторно использовать конвейерные штреки вместо дополнительной проходки присечных при отработке запасов второй (нижней по падению) лавой. При этом в 2 раза уменьшается протяженность сооружаемых выработок на лаву. Кроме того, обеспечивается своевременный ввод в эксплуатацию последующих нижних лав. В ряде случаев лучшим остается способ сооружения присечных штреков. Основная причина их повсеместного сооружения – низкий уровень качества сооружения конвейерных штреков. Среди многих специалистов-практиков укоренилось понятие: главное – пройти конвейерный штрек, а в последующем при влиянии очистных работ заниматься обеспечением его устойчивости;
- при отработке высоконагруженных лав максимально уменьшить или практически исключить затраты на поддержание участковых выработок, состояние которых не должно отрицательно влиять на интенсивность выемки угля. На уровне участка изложенные направления предопределя-

ют крупный резерв снижения производственных затрат [1].

На базе опыта эксплуатации шахт достоверно установлено, что комбинированная система разработки наиболее прогрессивна при отработке запасов шахтопластов третьей категории и сверхкатегорийных по выделению метана, в том числе опасных по газодинамическим явлениям [2–5]. Она включает: подготовку угольного столба; отработку обратным ходом высоконагруженной лавы; подачу по двум участковым штрекам к выходам из лавы свежих струй воздуха; нисходящее движение струи воздуха при проветривании призабойного пространства лавы; подсвеживание исходящей из лавы загрязненной струи воздуха и отвод ее по конвейерному штреку во фланговую наклонную выработку. В целом осуществляется прямоточное проветривание выработок выемочного участка. Повторно используемый конвейерный штрек погашается вслед за продвижением лавы (второй или нижней по падению).

Чтобы преодолеть кризис подземного горного хозяйства на шахтах, необходимо решить такие ответственные задачи.

*Первая задача* – компенсировать или предотвратить вредное влияние очистных работ на конвейерный штрек при выемке угля первой лавой. По простиранью конвейерный штрек примыкает к массиву угля. После отработки запасов первой лавой необходимо сохранить в удовлетворительном состоянии не менее 75–80 % площади поддерживаемого поперечного сечения конвейерного штрека.

Высокая скорость продвижения первой лавы положительно влияет на поддержание конвейерного штрека, однако не устраняет вредных проявлений горного давления в период выемки угля. Во времени и пространстве изменяется степень проявлений ожидаемого давления окружающих пород. В таких условиях следует руководствоваться уровнем взаимодействия двух – большой и малой – геомеханических систем [5]. Большая система – очистная выработка (призабойное пространство лавы) и окружающий ее горный массив, затронутый влиянием очистных работ. Малая – сооруженный штрек и окружающие его породы зоны неупругих деформаций. Заранее сложно определить степень влияния большой системы на малую. Поэтому при сооружении штрека вне влияния очистных работ целесообразно заложить в малую систему максимально возможный резерв повышения ее устойчивости.

Отметим, что не следует увеличивать трудоемкость и затраты на сооружение конвейерного штрека, например: применять тяжелые спецпрофили крепи (более 27 кг на 1 м рамы или арки); увеличивать плотность рамной крепи из спецпрофиля (более 1–1,25 рамы на 1 м); тампонировать закрепное пространство в участковых выработках и т. д. Предпочтительный вариант – существенно улучшить качество сооружения конвейерных штреков, увеличить остаточную прочность разрушенных окружающих пород, использовать природную структуру и прочность боковых пород, уменьшить смещения пород на контуре штрека и т. д.

Рациональна не сводчатая, а, как правило, трапециевидная форма поперечного сечения штрека. Важно не нарушать природную целостность пород кровли пласта (не производить их выемку). Преимущества трапециевидной формы – кровля штрека обнажена только в плоскости напластования. Плоская кровля позволяет избежать оставления пустот в закрепном пространстве.

По высоте штрек следует заглублять в подстилающие породы подошвы пласта. Такое расположение (вписывание) штрека в породах подошвы позволяет использовать природную закономерность – по мере удаления по нормали от плоскости подошвы пласта в подстилающую толщу в ее слоях возрастает прочность пород. В подошве штрека должен быть слой пород относительно повышенной прочности, слабые слои должны находиться в боках выработки. Использование природной прочности пород – простой и эффективный путь повышения их долевого участия в создании предварительного запаса устойчивости подземного сооружения.

В штреке целесообразно применять трапециевидную комбинированную крепь – сочетание рам из спецпрофиля податливостью до 400 мм и анкеров, повышающих сплошность и устойчивость техногенно обнаженных и нарушенных пород кровли. Возведенная комбинированная крепь обязательно должна сразу же включаться в работу и создавать отпор разрушающимся породам в границах зоны неупругих деформаций. Прямолинейный верхняк из спецпрофиля, плотно прилегающий к обнаженным породам кровли (исключается оставление пустот в закрепном пространстве), прижимают гидростойками с большим предварительным распором и «пришивают» к ним двумя и тремя комплектами анкеров. Подшивают верхняк после создания предварительного распора, уменьшающего его прогиб.

Изгибающий момент трапециевидной рамы близок к его значению при использовании арочной крепи (расогласование не более 15–20 %).

Работоспособность крепежных рам повышается, если замки податливости расположены на прямолинейных участках боковых стоек. Боковые стенки штрека необходимо тщательно оконтуривать, чтобы стойки рамы непосредственно или при применении прокладок плотно контактировали с обнаженными породами и создавали хороший боковой подпор. В просветах между крепежными рамами обнаженную кровлю армируют анкерами (возводят один ряд).

Постоянная комбинированная крепь в определенной мере уменьшает выдавливание пород подошвы штрека, хотя подошва выработки остается открытой. Чем меньше разрушений и сдвижений пород вблизи кровли и боков штрека, тем меньше их выдавливание в подошве, что обусловлено тесной взаимосвязью механизма сдвижений и смещений трещиноватых пород в окрестности поддерживаемой выработки.

Наличие ненарушенной плоской кровли, армирование кровли анкерами, создание комбинированной крепью надежного отпора окружающим породам, высокое качество горнотехнических работ – это аналогия предварительного сооружения подпорной стенки, благотворно влияющей на сохранение конвейерного штрека в течение срока эксплуатации.

*Вторая задача* – обеспечить устойчивость конвейерного штрека во время выемки угля первой лавой. В этот период меньшая степень влияния большой геомеханической системы на малую достигается за счет увеличения примерно в 2–3 раза месячной скорости подвигания лавы, расположения и поддержания штрека под защитной армированной плитой консольного типа – охранного сооружения, возводимого со стороны выработанного пространства лавы [1].

Лучшая конструкция – комбинированная охранная полоса, сооружаемая из железобетонных или железобетонных блоков. Пустоты между ее стенками заполняют быстротвердеющей смесью [2]. Вначале стенки полосы создают сопротивление (отпор) оседающим породам кровли. Они предохраняют литые участки и практически обеспечивают затвердевание смеси без восприятия ею давления оседающих пород кровли. Через сутки прочность на сжатие затвердевшей смеси достигает 14–15 МПа. Затем охранная полоса всей площадью оказывает

сопротивление оседающим породам подработанной толщи. Блоковые стенки создают боковой отпор затвердевающей смеси, уменьшая усадку охранный полосы.

Наиболее сложно поддерживать конвейерный штрек позади лавы в зоне активных сдвижений пород подработанной толщи. Здесь дополнительно следует применять гидростойки для увеличения отпора породам кровли и подошвы штрека. Позади лавы штрек не загроможден транспортными установками и оборудованием, поэтому есть простор для выбора мест возведения распорных гидростоек.

Повторно используемый конвейерный штрек погашается вслед за подвиганием второй лавы (нижней по падению). Впереди лавы его поддерживают за счет дополнительного возведения усиливающей крепи из гидростоек. В отдельных случаях дополнительно «возрождают» податливость рамной крепи [1].

При комбинированной системе разработки пластов третьей категории и сверхкатегорийных по выделению метана (в том числе и выбросоопасных) газовый фактор не ограничивает суточную добычу угля 1000–3000 т и более [6]. Опыт показал, что при комбинированной системе в очистных забоях высоконагруженных лав, как правило, не фиксируются газодинамические проявления. Это, очевидно, обусловлено предварительной дегазацией подготовленного угольного столба, замедлением скорости сдвижений пород по нормали к напластованию, рассеиванием опорного давления на увеличенной опорной площади [1], более равномерным истечением метана в призабойное пространство из прилегающего угольного массива (нет резкого пика опорного давления) и т. д.

**Выводы.** В Донбассе, особенно в Донецкой и Луганской областях, подземное горное хозяйство большинства действующих шахт находится в неудовлетворительном состоянии. В связи с этим недопустимо откладывать модернизацию горного хо-

зяйства на более поздний период. Следует активизировать работу по решению этой проблемы и не надеяться на приток инвестиций в угольную отрасль. В повседневной деятельности необходимо использовать собственные научно-прикладные разработки, опыт эксплуатации высоконагруженных лав, достижения надлежущей устойчивости и малозатратности эксплуатации горных выработок.

Генеральное направление преодоления кризисного состояния – обеспечение высокой концентрации горных работ, которая базируется на эффективной отработке запасов высоконагруженными лавами. Выемочные участки располагают большими резервами увеличения добычи угля и снижения издержек производства. Применение простых, удобных и малозатратных технологий, высококачественное выполнение горных работ на всех этапах сооружения и эксплуатации участковых выработок – залог предстоящего успеха и существенно уменьшения производственных затрат.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Зборщик М. П.* Повторное использование выработок высоконагруженных лав – крупный резерв снижения производственных затрат / М. П. Зборщик, И. Г. Сахно // Уголь Украины. – 2013. – № 8. – С. 6–12.
2. *Байсаров Л. В.* Охрана штреков литыми полосами при разработке пологих пластов средней мощности / [Л. В. Байсаров, А. И. Демченко, М. А. Ильяшов и др.] // Уголь Украины. – 2001. – № 9. – С. 3–6.
3. *Зборщик М. П.* Повторное использование участковых выработок – неотложная задача угольных шахт / М. П. Зборщик // Уголь Украины. – 2011. – № 1. – С. 17–21.
4. *Ильяшов М. А.* Повторное использование участковых выработок – эффективный резерв повышения конкурентоспособности шахтного фонда / М. А. Ильяшов // Уголь Украины. – 2011. – № 1. – С. 23–27.
5. *Зборщик М. П.* Геомеханика подземной разработки угольных пластов / М. П. Зборщик, М. А. Ильяшов. – Донецк: ДонНТУ, 2006. – Т. 1. – 256 с.
6. *Зборщик М. П.* Предотвращение притоков метана в призабойное пространство высоконагруженных лав // Уголь Украины. – 2012. – № 12. – С. 10–15.