

УДК 622.013

**А.В. Тихонов, В.В. Агафонов**

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОТРАБОТКИ ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ**

*Обоснованы необходимость и экономическая целесообразность отработки околоствольных целиков при различной конфигурации околоствольных дворов.*

*Ключевые слова: подземная разработка, околоствольные целики, околоствольные дворы, горные работы.*

---

**В** соответствии с современными тенденциями развития технологии

угледобычи, ускорения научно-технического прогресса, обеспечения необходимых экологических и социально-экономических требований к труду одной из основных проблем дальнейшего повышения уровней прогрессивности и экономичности ведения подземных горных работ является рационализация природопользования и охрана недр.

Одним из основополагающих вопросов в этой области является повышение полноты извлечения, комплексное и рациональное использование запасов угольных месторождений.

Передовые шахты с высокой технико-экономической эффективностью чаще всего отрабатывают запасы, отличающиеся высокой и достаточной технологичностью горно-геологических условий и повышение полноты выемки не требует значительных капитальных затрат.

Анализ показывает, что техника и технология угледобычи, применяемые до середины 70-ых годов, как правило обуславливали значительные потери угля по площади и мощности пласта и особенно велики были поте-

ри при разработке мощных пластов, находящихся в зоне и вне зоны влияния очистных работ.

Общеизвестно, что при определении потерь последние могут характеризоваться как безвозвратные (забалансовые), проектные и сверхпроектные (ненормированные). Если первый вид потерь связан с объективными показателями, характеризующими качество и мощность принимаемых к отработке угольных пластов, а последний предопределяется стохастическими причинами, возникающими в процессе эксплуатации месторождения, то проектные потери нормируются регламентирующими документами и при достаточном обосновании могут быть скорректированы в сторону уменьшения. К этим потерям относятся потери в барьерных (у границ шахтных полей, блоков) и предохранительных (для охраны стволов и выработок с длительным сроком службы) целиках.

Анализ накопленного мирового опыта и проводимых в данной области исследований позволил синтезировать 9 основных схем отработки околоствольных целиков.

*Схема 1.* Равномерная выемка очистными забоями от ствола к границам целика.

*Схема 2.* Равномерная выемка очистными забоями от границ целика к стволу.

*Схема 3.* Гармоничная выемка расходящимися забоями, начиная с середины правой или левой половины целика (*способ Лемана*).

*Схема 4.* Одновременная выемка целика сонаправленными забоями от ствола и от одной из границ.

*Схема 5.* Гармоничная выемка в одном направлении забоями, расположенными в шахматном порядке (*способ Балса*).

*Схема 6.* Выемка одним забоем от одной границы целика к другой.

*Схема 7.* Последовательная выемка одним очистным забоем при разделении целика на две половины: сначала отрабатывается одна половина, затем в противоположном направлении – другая.

*Схема 8.* Веерная выемка длинным забоем,двигающимся вокруг ствола.

*Схема 9.* Выемка целика в произвольном порядке.

Наибольшее распространение получили 3 схемы выемки: с равномерным подвиганием забоев от ствола к границам целика, наоборот – от границ к стволу и с выемкой от одной границы к другой.

Анализируя работы в данной области можно отметить, что принципиальных отличий в состоянии крепи при различных вариантах применяемых при отработке систем разработки (спаренными лавами, длинными очистными забоями при столбовых и сплошных системах, длинными симметрично опережающими забоями) не наблюдалось. Существенным являются способы управления горным давлением и применение превентивных конструктивных мер защиты. Последнее в совокупности с закладкой выработанных пространств предоопределили минимальные деформации и разрушения.

Сравнительно широкое распространение данных трех схем выемки предохранительных целиков определяется меньшими затратами на подготовку очистного фронта, так как в качестве монтажных камер и выемочных штреков в максимальной степени используются пройденные на стадии строительства шахты подготовительные выработки или приконтурные выработки, обеспечивающие ведение очистных работ за границами целиков. Однако уже на больших глубинах применение схем 1 и 2 при ведении работ сплошными широкими фронтами является экономически нецелесообразным, так как требует увеличения общего числа очистных забоев и, соответственно, парка дорогостоящего очистного оборудования на сравнительно небольших участках шахтных полей – околоствольных целиках.

Основные выводы по технологической реализации остальных схем выемки околоствольных предохранительных целиков сводятся к следующему: кроме увеличения на больших глубинах числа очистных забоев для реализации схем 3 и 4 требуется также повышенный объем горноподготовительных работ; еще в большей степени данные проблемы возникают при использовании гармоничной выемки по схеме 5, которые, к тому же, усугубляются сложностью транспортных потоков и схемы проветривания; схеме 7 присущи те же недостатки как и схеме 2 при разделении целика на участки; для веерной выемки (схема 8) характерны, с одной стороны (при движении забоев по кругу), многообразие сложных маневровых операций по перемещению оборудования в лавах, трудности с управлением кровлей, в непосредственной близости от ствола и необходимость проведения криволинейных подготовительных выработок, а с другой (при

отработке выемочными столбами разной ориентации), большой объем монтажно-демонтажных и горно-подготовительных работ; произвольная выемка (схема 9), хотя и не требует подготовки очистных фронтов, так как осуществляется лавами соседних выемочных участков при доработке длинных столбов, но вызывает хаотичное изменение проявлений горного давления, при котором прогнозировать поведение вмещающих пород и их влияние на ствол во времени и в пространстве практически невозможно.

Выполненный анализ отечественного и зарубежного опыта погашения околоствольных целиков свидетельствует о технической возможности и экономической целесообразности отработки околоствольных предохранительных целиков. Анализ показывает, что во многих случаях выемка может осуществляться с эксплуатацией подрабатываемых стволов, пересекающих рабочие пласты полезного ископаемого. Увеличение полноты выемки приводит к росту интенсивности процессов сдвижения и деформаций пород и крепи, а применение классических способов требует использования традиционного очистного оборудования на базе большого количества комплексно-механизированных забоев, которое на стадии строительства и ввода шахты в эксплуатацию является экономически и технологически невозможным. Оптимальным в таком случае является переход к частичной выемке целиков на базе однотипного для подготовительных и очистных работ оборудования и (или) к применению закладки выработанных пространств; последнее, однако, требует соответствующих дополнительных затрат на поставку закладочных комплексов и ведение закладочных работ.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о необходимости и целесообразности отработки околоствольных целиков на стадии строительства шахт. Однако опыт отработки околоствольных целиков показывает, что при этом возникает ряд серьезных задач, которые требуют кардинального решения. Во-первых, необходимо разработать гибкую систему технологических решений, позволяющую производить отработку околоствольных целиков на стадии строительства шахт с обеспечением эксплуатационной надежности вертикальных шахтных стволов в течение всего срока эксплуатации шахты. Поскольку отработка околоствольных целиков приводит к проявлению опорного давления и его влиянию на крепь и армировку вертикальных стволов, то возникает вторая основная задача, которую необходимо решить для обеспечения эксплуатационной надежности стволов, находящихся в зоне влияния очистных работ. В первую очередь необходимо осуществлять постоянный контроль за напряженно-деформированным состоянием крепи и разработать аппарат обработки результатов натурных измерений, позволяющий производить оперативную оценку фактического напряженно-деформированного состояния крепи с целью гибкого регулирования технологии отработки околоствольного целика. Кроме этого, необходимо разработать аппарат, позволяющий выявлять зоны, в которых возможно максимальное воздействие опорного давления. На участках возможного максимального деформирования ствола следует предусматривать технологические и конструктивные решения по креплению и армированию ствола.

Одним из важнейших показателей, предопределяющим корректный вы-

бор той или иной системы разработки, технологической схемы ведения очистных работ, направления продвижения очистного фронта, системы транспорта и проветривания, являются размеры подготавливаемых к отработке запасов. В традиционном понимании такие размеры устанавливаются на стадии подготовки пластов, в результате чего все шахтное поле делится по простиранию и по падению на части, удобные для последующего разделения на выемочные участки, а определение данных размеров осуществляется на основе технико-экономических расчетов, например, с помощью хорошо зарекомендовавшего себя метода вариантов.

В отличие от традиционной раскройке шахтных полей определение размеров выемочных участков в пределах околоствольных целиков имеет свои специфические особенности, суть которых сводится к следующим объективным обстоятельствам:

- максимальные размеры запасов по падению и по простиранию ограничены размерами околоствольного целика, контуры которого в зависимости от углов сдвижения и глубины устанавливаются по нормативным документам;

- в пределах целика сооружается околоствольный двор, каждый тип двора характеризуется своими габаритными размерами и сетью околоствольных и вскрывающих выработок, охрана которых осуществляется предохранительными целиками шириной не менее 30 м;

- к околоствольному двору примыкают магистральные откаточные (конвейерные) и вентиляционные выработки общешахтного назначения, которые также охраняются предохранительными целиками.

Таким образом, на стадии строительства и подготовки шахты для сдачи ее в эксплуатацию отработке подлежит только часть околоствольного целика, ограниченная с внешних сторон его контуром, а внутри границами предохранительных целиков, в пределах которых располагается комплекс выработок околоствольного двора с примыкающими к нему магистральными выработками. В связи с этим задача определения размеров выемочных участков в околоствольных целиках может быть реализована только при взаимной увязке всех отмеченных выше геометрических параметров. **ПЛАБ**

## **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

---

*Тихонов Антон Викторович* – аспирант, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru  
*Агафонов Виталий Валерьевич* – горный инженер, РГС.

