УДК 622.831

А.А.СИДОРЕНКО
Горный факультет, аспирант кафедры разработки месторождений подземным способом
Е.В.ГЛУШЕНКОВ
Горный факультет, группа ТПП-98-1, ассистент профессора

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ КРУТЫХ И КРУТОНАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ С ПОДЭТАЖНОЙ ГИДРООТБОЙКОЙ

Определена структура потерь полезного ископаемого при отработке мощных крутонаклонных и крутых пластов с использованием системы разработки подэтажной гидроотбойкой в условиях ОАО «Прокопьевскуголь». Исследовано влияние основных горно-геологических и горно-технических факторов на потери полезного ископаемого. Определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на коэффициент извлечения полезного ископаемого. Сделан вывод о том, что при определении высоты подэтажа необходимо учитывать ширину зоны отжима, формирующейся у границы с выработанным пространством. Разработана методика определения параметров зоны отжима в области влияния очистных работ. Сформулированы принципы проектирования технологических схем выемочных участков. Разработаны рекомендации по рациональному расположению подэтажных штреков в различных горно-геологических условиях. Подсчитан экономический эффект от внедрения разработанных рекомендаций.

The structure of losses of a useful mineral is determined at improvement thick semi-steep and steep seams with use of mining method подэтажной hydraulic winning in conditions of JSC «Prokopievskugol». Influence of the basic mining-and-geological and mine technical factors on losses of a useful mineral is studied. The factors rendering the greatest influence on a recovery ratio of a useful mineral are determined. The conclusion that at definition of a height of suavely it is necessary to take into account width of a zone squeezing, formed at boundary with a goal is made. The technique of definition of parameters of a zone squeezing is developed in the field of an extraction influence. Principles of designing of technological circuits of panels are formulated. Recommendations on a rational location of sublevels in various geological conditions are developed. Economic benefit of an intrusion of the developed recommendations is counted up.

При отработке мощных крутонаклонных и крутых пластов Прокопьевско-Киселевского месторождения к числу перспективных относится система разработки с подэтажной гидроотбойкой. Производительность труда на шахтах с данной системой разработки в 1,6 раза выше, а себестоимость добычи угля в 1,4 раза ниже, чем на шахтах с другими системами разработки. Доля добычи угля с использованием данной системы в настоящее время составляет 25-30 % от общей добычи и постоянно повышается. Однако система разработки подэтажной гидроотбойкой имеет ряд недостатков, самым существенным из которых являются значительные (30-40 %) эксплуатационные потери полезного ископаемого. Эти потери, в свою очередь, на 30-40 % уменьшают срок службы шахты. В результате анализа данных было установлено, что потери угля имеют следующую структуру: 30 % потери в целиках, 15 % потери отбитого угля и 55 % потери неотбитого угля.

Целью данной работы являлось создание ресурсосберегающих технологических схем ведения очистных работ в условиях гидрошахты «Тырганская» ОАО «Прокопьевскуголь». К числу основных пластов, отрабатываемых шахтой «Тырганская», относится «Мощный». Угол падения пласта $\alpha = 35 \div 90°$; мощность пласта изменяется от 8 до 20 м.

В результате проведенных исследований было установлено, что реально снизить потери полезного ископаемого в данных условиях можно, если при определении параметров технологических схем ведения очистных работ учитывать зону эффективного отжима угольного пласта, место расположения подэтажных штреков, физико-механические свойства пласта и пород кровли.

Исследование влияния горно-геологических и горно-технических факторов на потери полезного ископаемого позволило установить основные закономерности их изменения и выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние. Так, к числу основных горно-геологических факторов относятся мощность пласта, угол падения, крепость угля, свойства пород кровли; к числу горно-технических – высота подэтажа, параметры заходок, расположение нарезных выработок, характеристики выемочного оборудования.

Увеличение мощности пласта приводит к снижению коэффициента извлечения, что связано со сложностью управления процессами разрушения угля и перепуска обрушенных пород. Так, при отработке пластов мощностью 4-6 и 6-15 м коэффициент извлечения составляет соответственно 0,75-0,8 и 0,6-0,75.

Увеличение угла падения от 35 до 90° приводит к уменьшению потерь неотбитого угля в пределах заходки. При этом значительное влияние на потери полезного ископаемого оказывает положение подэтажного штрека, так как в зависимости от мощности и угла падения пласта изменяются геометрическая форма заходки, а следовательно, объем и положение целиков неотбитого угля (рис.1).

Одним из факторов, влияющих на эффективность процессов разрушения угля в пределах заходки, и, как следствие, на полноту ее выемки, является опорное давление, формирующееся на границе с выработанным пространством. Интенсивность проявления опорного давления определяется свойствами угольного массива и глубиной горных работ [3].

Анализ данных по определению потерь полезного ископаемого при различной глубине горных работ позволил установить следующую закономерность. Коэффициент извлечения повышается с увеличением глубины горных работ. По нашему мнению, это связано с усилением проявления опорного давления в виде разрушения угольного массива на границе с выработанным пространством. Зависимость коэффициента потерь от высоты подэтажа может быть проиллюстрирована кривой, представленной на рис.2.

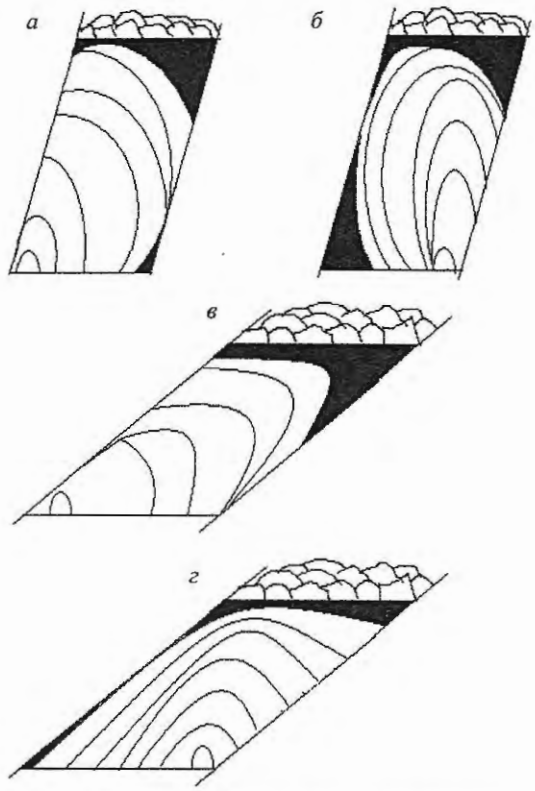


Рис.1. Влияние места расположения подэтажного штрека и угла падения пласта на потери неотбитого угля: *а*, *б* – при $\alpha > 60°$; *в*, *г* – при $\alpha < 50°$; *б*, *г* – при расположении штрека у лежачего бока; *а*, *в* – у висячего бока пласта

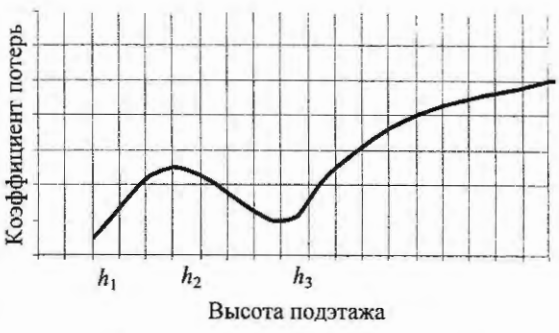


Рис.2. Зависимость коэффициента потерь от высоты подэтажа

Анализ результатов выполненных исследований, а также данных, приведенных в горно-технической литературе, позволил выдвинуть гипотезу о механизме влияния высоты подэтажа на значение коэффициента потерь полезного ископаемого.

Первый минимум коэффициента потерь соответствует высоте подэтажа h_1, фактически равной эффективной длине рабочей струи гидромонитора, и, следовательно, зависит от технических возможностей применяемого очистного оборудования. Данный минимум не является оптимальным, так как высота подэтажа будет небольшой и потребуются большие затраты на горно-проходческие работы, в основном на проведение подэтажных штреков.

Возрастание коэффициента потерь при увеличении высоты подэтажа с h_1 до h_2 связано с тем, что высота подэтажа больше длины рабочей струи гидромонитора, следствием чего является увеличение потерь неотбитого угля, представленного треугольными целиками на контуре заходок (см. рис.1), а также потерь отбитого угля, представленного крупными блоками угля, обрушающегося вместе с породами кровли.

Причиной снижения потерь при увеличении высоты подэтажа от h_2 до h_3 является концентрация напряжений и степени разрушения угля в зоне A. В указанной зоне происходит суммирование повышенных напряжений, возникающих: у краевой части пласта, формируемой при выемке угля в заходке; у краевой части пласта, прилегающей к выработанному пространству вышерасположенного подэтажа.

Увеличение потерь при высоте подэтажа, большей h_3, объясняется тем, что в пределах отрабатываемой части подэтажа появляется область угля, не разрушаемого ни горным давлением, ни струей гидромонитора. При достижении предельных обнажений кровли в заходках происходит неконтролируемое обрушение угля, причем это обрушение происходит в большинстве случаев одновременно с обрушением пород кровли с вышерасположенных подэтажей.

Обобщение результатов выполненных исследований позволяет сделать вывод о том, что максимальную высоту подэтажа по фактору «потери» необходимо определять из следующего условия:

$$h_{\text{п}} \le l_{\text{р}} + b_{\text{э}} + Z,$$

где $l_{\text{р}}$ – длина рабочей струи гидромонитора; $b_{\text{э}}$ – ширина зоны эффективного отжима; Z – зона, которая будет разрушена под действием вышележащих пород.

Длина рабочей струи гидромонитора определяется характеристикой гидромонитора и крепостью угля. Ширина зоны отжима может быть установлена с использованием методики Ардашева [1]. По предварительным оценкам параметр Z при мощности пласта 10-15 м составляет 1,5-2 м. Таким образом, для рассматриваемых горно-геологических условий гидрошахты «Тырганская» максимальную высоту подэтажа по фактору «потери» рекомендуется принимать равной 13-16 м.

Выводы

На потери полезного ископаемого при отработке мощных угольных пластов наиболее существенное влияние оказывают высота подэтажа, угол падения пласта и место расположение подэтажных штреков относительно кровли и почвы пласта:

1) при отработке мощных крутонаклонных и крутых пластов минимальные потери угля достигаются при определении высоты по предлагаемой методике;

2) максимальный коэффициент извлечения при отработке мощных пластов с углами падения 35-60° полезного ископаемого будет достигнут при расположении подэтажных штреков у лежачего бока;

3) при отработке мощных пластов с углами падения 60-90° месторасположение подэтажных штреков не оказывает существенного влияния на потери полезного ископаемого.

Кроме того, выполненные исследования позволяют сформулировать основные принципы, которыми надо руководствоваться при проектировании технологической схемы:

1. Длину блока следует принимать больше предельной длины, при превышении которой в краевой части пласта формируется эффективная зона отжима.

2. При отработке шахтных полей с оставлением целиков угля между этажами высоту подэтажей в пределах блока необходимо определять с учетом места расположения рассматриваемого подэтажа относительно межэтажного целика.

3. Прогнозирование объемов добычи из подэтажей необходимо производить с учетом места расположения фронта очистных работ в подэтаже относительно межблокового целика.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемых рекомендаций в условиях гидрошахты «Тырганская» составит для одного блока около 500 тыс. руб./год, для действующих гидрошахт и гидроучастков – 15-40 млн руб./год, а с учетом имеющейся тенденции перевода всех шахт Прокопьевско-Киселевского месторождения на гидравлическую технологию добычи угля, по предварительным оценкам, составит 40-80 млн руб./год. Кроме того, необходимо отметить значительный социальный эффект от повышения безопасности очистных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ардашев К.А.* Совершенствование управления горным давлением. М.: Недра, 1967.

2. *Зубов В.П.* Геомеханическое обоснование параметров системы разработки мощного крутого пласта при подэтажной гидроотбойке / В.П.Зубов, А.А.Сидоренко, Е.В.Глушенков. Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2002.

3. *Широков К.А.* Методические рекомендации по обоснованию параметров управления труднообрушаемой кровлей при щитовой системе разработки в условиях шахт Кузбасса / Прокопьевскуголь. Прокопьевск, 1981.

Научный руководитель д.т.н. проф. *В.П.Зубов*