УДК 622.273.24:622.031.4

Ю.В.ГРОМОВ
ОАО ВНИМИ, Санкт-Петербург

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ И НАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ УГЛЯ

Рассмотрены вопросы влияния мощности пласта на величину удельного сопротивления крепи очистного механизированного комплекса и его связь с массой и стоимостью крепи. Предложены способы управления устойчивостью (отжимом) высокого угольного забоя, обеспечения устойчивости кровли в слоях под обрушенными неслеживающимися породами и схема выемки мощных пластов с обрушением и выпуском вышележащей толщи для пластов прочного угля с труднообрушающейся кровлей.

The influence of a tram height on the required roof support capacity by the longwall mining of thick seams is evaluated. The correlation is traced between the powered roof support resistance, its weight and cost. High face side stability control means are offered for consideration. Immediately roof control problems by slice longwalling under the previously caved rocks are discussed. A scheme is proposed which makes it possible to mine thick coal seam with caving of the upper part of under the massive roof rocks.

Высокие потенциальные возможности концентрации горных работ, обусловленные большой мощностью пластов на практике не всегда реализуются. Разработка мощных пластов нередко осуществляется менее эффективно, чем пластов средней мощности, сопровождается высокими эксплуатационными потерями как по мощности, так и по площади пласта. По мере увеличения вынимаемой мощности удельная среднесуточная добыча из лавы, отнесенная к мощности пласта, как показывает практика, не только не растет, но в ряде случаев даже несколько снижается.

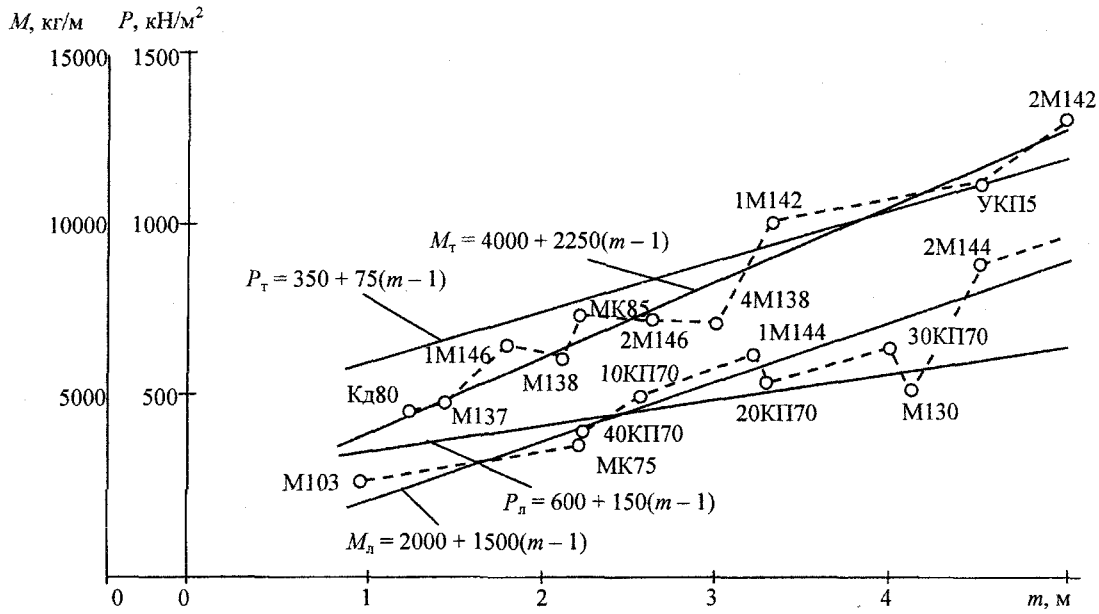
Специфика разработки мощных пластов пологого и наклонного падения обусловлена особенностями способов их выемки:

- сразу на полную мощность одним забоем;
- наклонными слоями в нисходящем порядке;
- с обрушением и выпуском угля из подкровельной или межслоевой толщи в забой подсечного слоя у почвы пласта.

Сложность геомеханических проблем, возникающих при подземной разработке мощных пластов, растет вместе с увеличением вынимаемой мощности. При прочих равных условиях в лавах увеличиваются опускания кровли и глубина отжима угля, высота зоны обрушения и интенсивность осадок пород в выработанном пространстве. В связи с этим представляется необходимым рассмотреть вопрос влияния мощности на выбор необходимого сопротивления крепи.

На основе фактических данных о силовых параметрах механизированной крепи и требований ГОСТ 28597-90 (СТ СЭВ 6448-88), действовавшего до 01.01.05, на рисунке представлены графические зависимости сопротивления и массы крепи для тяжелой ($P_т$ и $M_т$) и легкой ($P_л$ и $M_л$) кровли от вынимаемой мощности пласта. Согласно этим данным при увеличении мощности с 1 до 5 м в лаве с легкой кровлей необходимо увеличить удельное сопротивление крепи в 1,85 раза, а в лаве с тяжелой кровлей – в 2 раза. Увеличение сопротивления крепи, в свою очередь, приводит к росту массы крепи отечественного производства более чем в 3 раза. Представленные аналитические зависимости показывают, что увеличение удельного сопротивления крепи на каждые 100 кН/м² влечет за собой рост массы секции крепи на 1,5-2 т.

В новом ГОСТ Р 52152-2003 на основные параметры крепи, который введен в действие с 01.01.05, рекомендуемое сопро-



Зависимости сопротивления P и массы M крепи разных механизированных комплексов от мощности пласта m

тивление крепи для условий легкой кровли несколько увеличено и даны рекомендации по величине сопротивления крепи для средней кровли в зависимости от степени проявлений горного давления. Сопротивление крепи для легкой, средней и тяжелой кровли рекомендуется определять, руководствуясь соотношением 1:1,5:2,0. В связи с этими изменениями требуемое сопротивление крепи для пластов мощностью 4-6 м, которые отрабатываются без разделения на слои одним забоем в лавах с тяжелой кровлей увеличивается на 11 % по сравнению с ранее действовавшим ГОСТом. Введение в новый ГОСТ рекомендаций по сопротивлению крепи для условий средней по тяжести кровли позволит избежать завышения металлоемкости крепи и ее стоимости.

С точки зрения экономической оценки выбора той или иной крепи, важное значение имеет вопрос, как отражается уровень сопротивления (несущая способность) крепи на цене механизированного комплекса. Это объясняется тем, что капитальные затраты и амортизационные отчисления занимают львиную долю в себестоимости добычи угля. Проанализировать фактические данные о параметрах и стоимости серийной крепи, изготавливаемой в разные годы и на разных заводах, весьма сложно. Однако, при сравнении однотипных комплексов ОКП70 с одинаковым уровнем сопротивления (600 кН/м^2), выпущенных в одни и те же годы, можно видеть, что при изменении максимальной вынимаемой мощности с 2,2 до 4 м масса секции возросла на 36 %, а цена увеличилась на 25 %. Если сравнить крепи комплексов КМТ и КМ87УМП для одного и того же диапазона мощности пластов с тяжелой кровлей, то можно сделать вывод: увеличение сопротивления крепи с 570 до 1000 кН/м^2, т.е. менее чем в 2 раза, привело к увеличению цены примерно в 3 раза. Представленные данные позволяют ориентироваться при выборе необходимого сопротивления крепи для конкретных условий с учетом мощности пласта и тяжести кровли.

Выемка мощных пологих пластов сразу на полную мощность одним забоем. Нерешенной проблемой остается управление высоким угольным забоем. В настоящее время созданы и работают отечественные механизированные комплексы (2УКП, М130, М142, 30КП70, УКП5, М144) с крепью для пластов мощностью 4-5 м и ведутся работы по увеличению мощности до 6 м. При вынимаемой мощности пласта 3 м и более практически во всех горно-геологических условиях интенсивно развивается отжим угля из забоя, достигающий в глубину 2-2,5 м, что

представляет опасность для призабойного пространства и ведет к обрушению кровли впереди крепи. Таким образом, увеличение мощности пласта или слоя ставит проблему управления не только кровлей, но и устойчивостью угольного забоя.

Для решения этой проблемы в настоящее время используются следующие способы:

- применение противоотжимных устройств различных конструкций, располагаемых на крепи с опорой на забой (механизмы удержания забоя) или свободно подвешенных к верхнякам секций (механизмы ограждения забоя);
- придание забою наклона на массив под углом 10-15°;
- придание забою почвоуступной формы;
- искусственное упрочнение угольного массива впереди забоя с помощью деревянных анкеров или синтетических смол.

Однако эти мероприятия не решают в полной мере проблемы управления высоким угольным забоем. Учитывая, что основной причиной отжима является переход в запредельное напряженное состояние краевой части угольного массива, находящейся в условиях, близких к двухосному напряженному состоянию, представляется возможным устранить отжим за счет ее разгрузки путем проведения опережающего щелевого вруба. Высота щели должна соответствовать конвергенции пород на линии забоя 100-150 мм, чтобы за время выемки очередной полосы угля произошло закрытие щели и частичное восстановление подпора кровли на кромке забоя.

Слоевая выемка мощных пластов. Проблему обеспечения устойчивости обрушенных неслеживающихся пород в кровле очистных забоев нижележащих слоев на практике решают с помощью предохранительных межслоевых пачек угля толщиной 0,6-1,0 м, а иногда и больше, что влечет за собой высокие эксплуатационные потери (15-20 %) по мощности пласта. Известные способы обеспечения устойчивости кровли путем искусственного упрочнения обрушенных пород на почве верхнего слоя с помощью вяжущих растворов на основе местных материалов или синтетических смол не вышли пока из стадии экспериментов. Обеспечение устойчивости обрушенных пород в кровле нижних слоев с помощью межслоевых гибких перекрытий из металлической сетки или синтетических полос не дал положительных результатов в связи с большим удлинением полос (до 40 %) в призабойном пространстве лавы и провисанием перекрытия впереди крепи в виде гамака. Применение такого рода гибких перекрытий, имея в виду блочность обрушенных пород, представляется эффективным только при выемке нижних слоев с весьма малой (до 0,2 м) величиной захвата выемочного комбайна, т.е. при так называемой тонкополосной выемке.

Выемка мощных пластов с обрушением и выпуском угля из вышележащей толщи в подсечной слой. Применение этого способа обусловлено тем, что около 50 % промышленных запасов угля в мощных пластах по дизъюнктивной нарушенности относится к пластам выше средней нарушенности. Кроме того, значительная доля запасов приходится на пласты с резкими изменениями мощности и угла падения.

В 50-70 гг. XX в. был накоплен успешный опыт выемки таких пластов в Южном Кузбассе комбинированной системой разработки с комплексами типа КТУ. Следует особо отметить, что одним из авторов этого способа был профессор Ленинградского горного института Е.Я.Махно. В последующие годы по инициативе Института горного дела им. А.А.Скочинского (Л.Н.Гапанович, П.Ф.Савченко) были созданы на базе серийной крепи комплексы для выпуска угля КМ81В, КМВ130, ОКПВ70, а также комплекс Сибгипрогормаша КНКМ с механизированным возведением гибкого перекрытия.

Этот способ выемки мощных пластов в последние годы получил весьма широкое распространение на шахтах Китая. Китайские специалисты, опираясь на мировой опыт, разработали различные модификации механизированной крепи и успешно применяют его на пластах мощностью от 4,5 до 30 м в самых разнообразных горно-геологических условиях. В настоящее время в Китае находится в эксплуатации около 100 очистных забоев, а средняя нагрузка на за-

бой превышает 800 тыс.т в год; в 15 забоях она превышает 1,5 млн т. Коэффициент извлечения угля составляет не менее 80 %, что соответствует потерям по мощности при слоевой выемке.

Первоочередные проблемы по обеспечению эффективности способа выемки с выпуском угля связаны, прежде всего, с обрушаемостью подкровельной угольной толщи, поскольку требуемая для производительного выпуска кусковатость угля при его самообрушении достигается только при слабых или трещиноватых углях. При наличии прочного угля необходимо его принудительное разрушение.

Другая проблема – это обрушаемость пород кровли. На пластах с труднообрушающейся кровлей, склонной к зависанию, ее следует предварительно разупрочнять, например, путем подработки. На пластах мощностью более 8 м при первоочередной выемке слоя мощностью 1,5-2 м в средней части пласта возможно обрушение подкровельной толщи угля с последующим ее выпуском при выемке подсечного слоя у почвы пласта под угольной потолочиной толщиной 1-1,5 м. В настоящее время во ВНИМИ разработаны основные положения по применению этой технологии и решению вопросов полноты извлечения угля в зависимости от мощности выпускаемой толщи, блочности пород кровли, шага выпуска, площади выпускных люков и очередности процесса выпуска.

Указанные выше пути решения рассмотренных проблем, связанных с основными способами разработки мощных пластов, обоснованы с позиций геомеханики. Они позволяют более эффективно и безопасно использовать потенциальные возможности пластов, обусловленные их большой мощностью.