

О КОНЦЕПЦИИ ОБОСНОВАНИЯ ПЛОТНОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Виконана оцінка концепцій визначення щільності зведення кріплення підготовчих виробок із забезпеченням їх стійкості за виїмковим вибоєм

ABOUT CONCEPTION OF TIMBERING DENSITY OF THE PREPARATORY WORKINGS IN DEEP COAL-MINE

Valuation of determination conceptions of erection density preparation workings timbering with ensuring their stability beyond cleansing coal-face

Концепция, рассматривая как совокупность подходов при выбросе технических и технологических средств, направляемых на решение комплексной проблемы, естественным образом должна основываться на возможно более исчерпывающем учете известных теоретических и экспериментальных фактов. Правильность основных положений концепции требует подтверждения практикой их применения в конкретных горногеологических и горнотехнических обстоятельствах. При количественных и, тем более, - качественных изменениях обстоятельств в обязательном порядке требуется внесение коррективов в отдельные положения концепции или даже полный ее пересмотр, т.е. приведение в соответствие с новой обстановкой.

Как известно, увеличение глубины ведения горных работ имеет следствием ряд негативных последствий, в частности, относительно изменения устойчивости подготовительных выработок, затраты на поддержание и ремонт которых резко возрастают и в ряде случаев, даже в одиночных выработках, проводимых в нетронутым массиве превышают затраты на их сооружение. Такими выработками являются, например, конвейерные штрека на глубоких шахтах, проводимые в условиях столбовой и комбинированной систем разработки (шахты Трудовская, им. Челюскинцев, им. Засядько, им. Бажанова и др.) Тем самым, с одной стороны новая обстановка на первый взгляд ставит под вопрос само применение таких систем, а с другой затронуто едва ли не более значимый экономический вопрос – обеспечение высоких уровней нагрузки на очистной забой, оборудованный весьма дорогостоящей техникой. Стоимость механизированного комплекса ЗКД90 на лаву стандартной длины составит около 22 млн.грн. и его применение оказывается экономически оправданным при суточной нагрузке на лаву не менее 1500 тонн. Такой уровень суточной нагрузки на отечественных шахтах не всегда обеспечивается даже при столбовой системе с обратным порядком отработки, а при прямом порядке и сплошной системе разработки вообще является исключением.

Таким образом, вопрос об отказе от столбовой системы разработки в пользу сплошной вообще некорректен, тем более, что имеются многочисленные примеры и достаточно широкий опыт практического применения новых технических средств и технологий обеспечения устойчивости подготовительных выработок, проводимых в тяжелых геомеханических условиях глубоких шахт.

Анализ такого опыта, имеющегося как на зарубежных (Германия), так и на отечественных шахтах может быть положен в основу новой концепции комплексного решения проблемы, тем более что Рурский каменноугольный бассейн является наиболее близким горногеологическим аналогом Донецкого бассейна.

Нетрудно видеть, что применительно к рассматриваемой проблеме, узловым моментом является оценка роли крепи (техническое средство) и ее силовых, а также кинематических параметров в обеспечении устойчивости выработки. В настоящее время необходимо констатировать наличие двух подходов, находящихся в кажущемся противоречии.

1. Крепь рассматривается исключительно как ограждающе-поддерживающая конструкция, основанная роль которой – предохранение рабочего пространства выработки от местных отслоений пород кровли и, как крайний случай, - удержание от обрушения пород в объеме парабалоческого свода обрушения [1]. Поэтому задачам направленным на повышение силовых и кинематических параметров придается второстепенное значение, а их повышение сверх предела необходимого с точки зрения режима заданной нагрузки считается ненужным и заведомо нецелесообразным экономически. Технологическим вопросам крепления также не придается должного внимания, в связи с чем они решаются на достаточно примитивном техническом уровне, ограничиваясь частичной забутовкой закрепного пространства и требованием расклинки крепежной рамы. Следует заметить, что в отечественной практике зачастую оба требования не выполняются. Безотносительно к характеру нагружения на различных этапах сооружения и эксплуатации выработки (одиночная выработка в массиве, зона опережающего давления лавы, после прохода лавы согласно упомянутой выше публикации рекомендуется плотность крепи выбирать в пределах 1,25-1,0 рамы/пог.метр и только в особых случаях – 2,0 рамы/пог.метр (зоны геологических нарушений, зоны ПГД и т.п.).

2. Крепь рассматривается в качестве важнейшего условия достижения конечного равновесия системы «крепь-вмещающий массив». Соответственно, силовым и кинематическим параметрам крепи придается первостепенное значение, так же как и технологическим факторам, имеющим, между прочим, целью возможно более ранний ввод крепи в работу после ее установки с целью максимального использования ее силового потенциала (тампотаж закрепного пространства твердеющими смесями, комбинации рамной и анкерной крепи и т.д.) Такой параметр, как плотность установки крепежных рам рассматривается в связи с необходимостью обеспечения приложения на внешнем контуре необходимого отпора, соответствующего горногеологическим условиям, а его величина должна быть достаточной для стабилизации смещений на уровне не нарушающей нормальную эксплуатацию выработки.

Необходимо подчеркнуть, что силовые параметры крепи (предельная несущая способность, рабочее сопротивление) и плотность установки являются параметрами взаимосвязанными и взаимоопределяющими, а констатация наличия взаимовлияющего режима в системе «крепь-породный контур» является коренным отличием нового концептуального подхода при оценке роли крепи.

Прямым следствием такого подхода является не только требование повышения силовых параметров крепи без существенного увеличения ее массы, но также требование повышения стабильности рабочей характеристики и приближения ее по типу к так называемой «идеальной» характеристике по полной аналогии с требованиями к крепям очистных выработок.

В указанной связи следует заметить, что при наличии у крепей традиционного для отечественной практики типа крайне неустойчивой рабочей характеристики, двойное или даже тройное увеличение плотности установки вовсе не означает соответствующего увеличения сопротивления в податливом режиме это argo¹ допускается авторами публикации [1]. В гораздо меньшей степени это замечание относится к крепям новых типов как отечественным (КМП-А5С, КМП-А3(А4)Р2, КМП-А4К и др.), так и зарубежным, имеющим весьма стабильные рабочие характеристики. Тем не менее вполне назревшим вопросом в рамках любой концепции следует считать введение понятия «реализуемая характеристика» т.к. отличие стеновой характеристики от реализуемой в шахтных условиях (как правило в направлении снижения реализуемых силовых параметров) давно и хорошо известны и имеют место как в очистных, так и в подготовительных выработках [2, 3]. Также в этой связи необходимо отметить, что единственным обоснованным критерием сравнения податливых крепей различных типов и модификаций в силу единства физических процессов в массиве и в деформированной крепи является интегральный показатель, отражающий площадь эпюры «рабочее сопротивление – конструктивная податливость», т.е. это работа, производимая податливой конструкцией за цикл ее эксплуатации. Любое другое сопротивление, например, только по величине рабочего сопротивления или же только по величине конструктивной податливости будет заведомо некорректным.

Отмеченные выше принципиальные отличия концептуальных подходов и оценок роли крепи основаны на вполне объективных оценках теоретических, экспериментальных и практических результатов. Тем не менее, на наш взгляд, обе концепции не являются взаимоисключающими, т.к. направлены на решение проблемы в качественно различных горногеологических, горнотехнических условиях.

Обоснования первой концепции по существу восходят еще к временам проф. М.М.Прото²яконова, являвшегося, как известно, не только крупным ученым, но и выдающимся практиком. Именно поэтому выдвинутые им теоретические положения были сформулированы на основе данных практики эксплуатации действующих шахт, в которых они находили полное подтверждение. По мере увеличения глубины ведения горных работ, совершенствования систем разработки и внедрения новых образцов высокопроизводительной горной техники фактический материал, являющийся основой концепции претерпел весьма существенные изменения и пришел в прямое противоречие в частности с оценкой роли крепи, как основного технического средства обеспечения устойчивости выработки.

По существу старый подход к крепи как конструкции исключительно ограждающе-поддерживающего типа означает, что одиночная выработка,

проводимая и эксплуатируемая вне зоны влияния очистных работ теоретически и практически абсолютно устойчива, так как возникающие и действующие в ее окрестности напряжения не превышают предела длительной прочности пород, а местные вывалы и случайные отслоения, имеющие место на практике, нейтрализуются крепью. Правда, в зоне влияния очистной выемки напряжения зачастую превышали предел длительной прочности, что сопровождалось негативными проявлениями горного давления: значительное пучение почвы, разрушение крепи под воздействием возникающих складчатых структур при смещениях порядка многих сотен миллиметров. Попытки нетрализации негативных проявлений «горного давления» в указанных зонах с помощью стоек временного усиления (1), методов локальной разгрузки от напряжений и т.п. в целом оказались малоэффективными по причинам, анализ которых не входит в задачу данной публикации. Отметим лишь, что массовый переход на использование столбовых и комбинированных систем разработки, обусловленный требованиями иного порядка, позволил снять остроту проблемы, однако лишь временно, так как по мере дальнейшего увеличения глубины разработки, отмеченные выше негативные проявления «горного давления» стали свойственны также и одиночным выработкам. Эти проявления с неопровержимой достоверностью свидетельствуют о возникновении новой ситуации, заключающейся в том, что некоторая часть приконтурной зоны вмещающего массива претерпевает необратимое качественное изменение состояния, а крепь, выступающая в качестве непереносимого элемента возникающей системы «крепь – порода», должна отвечать вполне определенным новым требованиям в части величины силовых и кинематических параметров, не свойственных крепям традиционного типа.

Теоретически в наиболее полном и завершенном виде задача решена в работе Ю.М.Либермана [4], побочным выводом которой было, в частности констатировано, что теория свода обрушения, являющаяся основой концепции первого рода является лишь частным случаем более общей задачи, отвечающей условиям малых глубин разработки или относительно низким значениям силовых параметров применяемых крепей.

Серия достаточно строгих в методическом отношении экспериментов, проведенных в условиях Рурского бассейна, а также на отечественных шахтах специалистами ДонУГИ и МГИ позволила подтвердить теоретический вывод о роли силовых параметров крепей для новых условий применения (рис.1). Отметим, что эти эксперименты проводились с использованием крепей, имеющих весьма стабильные рабочие характеристики, а уровни рабочего сопротивления задавались именно плотностью установки усиливающих элементов. Отличия от теоретической зависимости убедительно объясняются влиянием техногенных факторов, исключить которые даже в процессе экспериментов не представилось возможным (запаздывание установки элементов усиления и т.д.)

Поскольку к началу 80-х годов имелся уже значительный опыт массового перехода к крепям нового технического уровня на зарубежных шахтах (Германия, Польша), а также отдельные примеры из практики отечественных шахт Международной конференции по горному давлению [5] были сформулированы

требования, которым должны отвечать вновь создаваемые крепи для тяжелых геомеханических условий глубоких шахт. Важнейшими из таких требований следует считать повышение величины рабочего сопротивления примерно в 2-3 раза по сравнению с традиционно применяемыми, при конструктивной податливости до 1000 мм и более, требование обеспечения стабильности рабочей характеристики и требование о составе комплекта не менее чем из 4-х сегментов. Следует в связи с этим отметить, что все эти требования, а также ряд других, касающихся материала (низколегированные стали), комплектующих узлов (надежные замковые соединения), типа прокатных профилей (с принудительным зацеплением по полкам) и т.д. в зарубежной практике давно реализованы в массовом порядке, что и явилось основой решения проблемы.

Как свидетельствуют последние публикации [6], в результате грамотного применения усовершенствованной технологии удачно решена не только первая часть проблемы, связанная с обеспечением устойчивости одиночной выработки, но и вторая часть, заключающаяся в обеспечении устойчивости выработки после прохода лавы. При этом исходным требованием было обеспечение состояния, позволяющего реализовать безнишевую выемку угля в 1-й и 2-й лавах с суточной нагрузкой 5000 тонн.

Характерно, что обе части проблемы были решены на основе использования рамных крепей с высокой несущей способностью, устанавливаемой с плотностью 1,6 рамы/пог.метр, дополнительного анкерования (6 анкеров под верхняк в промежутках между рамами), полного тампонажа закрепного пространства (ранний ввод крепи в работу) и возведения жесткой полосы с дополнительным тампонажем после прохода первой лавы. Успех комплекса мероприятий таков, что позволил отказаться от использования крепи временного усиления в зоне влияния очистной выемки.

На отечественных шахтах в последнее время получают распространение крепи с повышенными примерно в 2 раза силовыми параметрами и податливостью до 1000 мм и более типов КМП-А5С, КМП-А3(А4)Р2 и КМП-А4К [7, 8, 9]. Тем не менее, не все резервы их совершенствования следует считать исчерпанными, так как при их производстве вынуждено не используются низколегированные стали (применяется ст.5 пс-1), новые типы прокатных профилей (применяется устаревший профиль СВП), новые замковые соединения применяются в опытном порядке, а работы по термическому улучшению вообще не ведутся. Не реализуются также новые технологические решения. В то же время результаты применения новых крепей на ряде глубоких шахт (им. Засядько, им. Стаханова, им. Поченкова, Ясиновская-Глубокая, им. Бажанова) однозначно свидетельствуют о том, что по крайней мере, первая часть проблемы – обеспечение устойчивости выработок вне зоны влияния очистных работ может быть успешно решена уже имеющимися средствами. Главной целью при этом является исключение необходимости перекрепления выработки, находящейся зачастую еще в стадии проходки, что ведет к большим экономическим потерям. Например, полная сметная стоимость перекрепления 1 пог. метра штрека сечением 18,3 м² в свету при использовании плотности 2,0 рамы/пог.метр составляет около 5000 грн. При использовании крепи типа КМП-А5С ука-

занных затрат удалось избежать. Аналогичного результата удалось добиться также и на остальных перечисленных выше шахт, причем стоимость комплекта новой крепи превышала стоимость комплекта крепи АПЗ того же сечения всего на 1,5-2% в основном за счет несколько большего веса замковых соединений и увеличенного числа межрамных связей. Одновременно затраты на крепь 1 пог.метр в ряде случаев (ш.им.Стаханова) удалось даже значительно снизить, уменьшив плотность крепления с 2-х до 1,25 рамы на пог. метр.

Таким образом, представляется необходимым констатировать в общем равноправность и равнообоснованность описанных выше двух концепций выбора плотности крепления. В то же время, исходя из того, что они направлены на решение проблемы в совершенно различных горногеологических и горнотехнических ситуациях, следует категорически возразить против сугубо субъективной политики доказать правомерности применения старой концепции к принципиально новой обстановке, тем более, что большинство ссылок на источники, приведенных в публикации [1] тенденциозны и некорректны, а многочисленные факты, доказывающие обратное просто проигнорированы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купченко Э.П., Андриенко В.М., Тупиков Б.Т., Сытник А.А. Концепция плотности крепления подготовительных выработок в глубоких шахтах. // Уголь Украины, 2003. – N 5. – С. 14-17.
2. Шпрут Ф. Металлическое крепление очистных забоев. – М.: Госгортехиздат, 1956.- 286 с.
3. Шпрут Ф. Металлическая крепь подготовительных выработок. – М. Углетехиздат. – 1958.- 233 с.
4. Либерман Ю.М. Давление на крепь капитальных выработок. – М.: Наука, 1969. – 87 с.
5. Международная конференция по горному давлению. / Материалы комиссии СЭВ по углю. – М.: СЭВ, 1985. – С. 67-69.
6. Теньес Б., Фосс Х.В., Мельман В. Штреки с комбинированной крепью на шахте «Эвальд-Хуго» //Глюкауф. – 2001. – N1/2. – С. 28-35.
7. Грязнов В.С., Ефремов И.А., Петров В.В., Сугаренко Г.Г. Опыт применения крепей нового технического уровня // Уголь Украины. – 199.- N 4. – С. 21-24.
8. Грязнов В.С. Арендное предприятие «Шахта им. А.Ф.Засядько» // Уголь Украины. – 2001. – N 8.- С. 6-8.

УДК 622.831

Е.Л. Звягильский, Б.В. Бокий, И.А. Ефремов,
И.И. Пожитько, В.В. Назимко

МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ЦЕЛИКА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

На прикладі шахти ім. О.Ф. Засядько за допомогою математичного моделювання досліджень механізм руйнування цілика складної форми, що утворюється між декількома лавами. Встановлені критичні параметри цілика та запропоновані методи забезпечення безпеки у районі його формування.

THE MECHANISM DESTRUCTION OF WHOLE COMPLICATED FORM

On an example of mine named A.F. Zaszjadko with the mathematical model the mechanism destruction of whole complicated form, which educated between several lava's, was examined. The critical parameters of whole were established, and the methods guaranteeing of security in a region of his forming were proposed.

Отработка угольных пластов на глубинах свыше 1000 м связана с наиболее опасными проблемами проявлений высокого уровня горного давления. Кроме