УДК 622.016.22 + 622.268.12

Д.В.ЯКОВЛЕВ,
М.А.РОЗЕНБАУМ
ОАО ВНИМИ, Санкт-Петербург

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕХАНИКИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В соответствии с постановлением Правительства в России с 1994 г. осуществляется реструктуризация угольной отрасли с техническим переоснащением перспективных угледобывающих предприятий, сооружением шахт и разрезов нового технического уровня при одновременном закрытии особо убыточных и опасных по условиям работы шахт. Главной целью реструктуризации объявлено создание конкурентоспособного эффективного производственного комплекса, обеспечивающего удовлетворение спроса на уголь, при резком снижении затрат на его добычу, улучшение безопасности работ и экологии. Новые преобразования в технологии угледобычи потребовали и решения новых геомеханических задач, перечень которых приведен в статье.

In accordance with the decision of the Government in Russia since 1994 the coal industry restructuring is being carried out together with the technical reequipment of promising coal-mining plants, construction of mines and open-pit mines of new technical level along with the simultaneous abandonment of rather unprofitable and dangerous mines. The main objective of restructuring is the creation of competitive efficient production complex meeting the demand for coal, with abrupt decrease of expenses for its output providing better safe mining operations and ecological conditions. New transformations in the coal mining technology will entail also the solutions of new geomechanical tasks, which the authors present in this Arcticle.

К настоящему времени первый этап реструктуризации угольной отрасли практически завершен: прекращена добыча угля более чем на 160 шахтах и разрезах [6]. На оставленных в отрасли около 50 перспективных шахтах осуществлена концентрация и техническое перевооружение горного производства со среднесуточной нагрузкой на очистной забой более 1200-1500 т, а на отдельных шахтах до 25-35 тыс.т. Одновременно практически во всех бассейнах страны осуществлен переход на крепление горных выработок высоконесущей сталеполимерной анкерной крепью, изготавливаемой и устанавливаемой по передовой технологии, взамен дорогостоящей и трудоемкой рамной поддерживающей крепи. Применение отечественных механизированных комплексов четвертого поколения, а также импортных типа «Джой», ДБТ, «Пиома» и др., а при проведении выработок, комбайнов «Джой», «Альпина», «Континиус майнер» и др. в сочетании с анкерным креплением позволили достичь скорости проведения выработок 15-25 м/сут и подвигания очистных забоев 10-30 м/сут. Использование высокопроизводительной тяжелой крупногабаритной техники, высокие нагрузки на очистные забои потребовали значительного увеличения сечения проводимых выработок (до 15-25 м^2), а также отказа от бесцеликовой отработки пластов и перехода на подготовку выемочных столбов парными штреками с поддержанием их с помощью охранных целиков.

На многих шахтах отрасли ведутся работы по применению высокопроизводительной короткозабойной технологии как альтернативе длинным очистным забоям. Короткие забои при применении высокопроизводительных импортных комбайнов, анкерной сталеполимерной крепи и самоходного транспортного оборудования в состоянии обеспечить объемы добычи и производительность, соответствующие мировому уровню.

Новые, по сути, революционные преобразования в технологии угледобычи естественно требуют и решения новых геомеханических задач, которые при этом возникают [1, 5].

Для более четкого представления о возникших в результате реструктуризации отрасли проблемах геомеханики уточним наше понимание геомеханики как предмета и наметим первоочередные задачи, решение которых необходимо для обеспечения и поддержания высокого технологического уровня угледобычи.

Как известно, горная геомеханика – это наука о эволюции механических свойств и напряженно-деформированного состояния горных пород под действием природных и техногенных воздействий. В задачи горной геомеханики входит изучение переменных, характеризующих свойства, строение и состояние геологической среды. Таким образом, объектом горной геомеханики является породный массив. Геомеханическое обеспечение горных работ на новом технологическом уровне заключается в достоверной и оперативной оценке степени изменения указанных характеристик и определении их влияния на порядок и параметры ведения горных работ. Необходимо отметить, что показатели, достигнутые в очистных и подготовительных забоях, новая технология крепления горных выработок, увеличение их параметров и применяемые при этом способы охраны, требуют значительно более высокой технологической культуры работ, достоверного прогноза прочностных свойств пород, постоянного контроля их литологического состава, мощности и устойчивости слоев, возможных изменений предельных пролетов обрушения кровли. Это естественно, так как бóльшим нагрузкам на забой соответствует и бóльшая цена вынужденных их простоев и аварийности.

Рассмотрим основные проблемы геомеханики, которые возникли в связи с увеличением интенсивности отработки угольных пластов и радикальными изменениями ее технологических параметров.

Крепление подготовительных выработок сталеполимерной анкерной крепи. В настоящее время, примерно, 80 % всей используемой на угольных шахтах России анкерной крепи составляют анкеры со сплошным закреплением стержня в шпуре химическими составами на основе смол. Преимущества таких анкеров, по сравнению с другими видами крепи, неоспоримы:

- практически полная гарантия качества закрепления и высокая несущая способность;
- долговременная эффективная работа анкера по всей поверхности сцепления с горной породой;
- сопротивление как вертикальным, так и горизонтальным перемещениями породных слоев;
- герметизация полостей, содержащих влагу и исключение доступа воздуха, благодаря чему снижается коррозия анкерных стержней и выветривание горных пород.

Кроме того, повреждение опорной плиты или горных пород вблизи устья скважины не приводит к полной потере эффективности сталеполимерной анкерной крепи. Применение высоконесущей анкерной крепи позволило сократить продолжительность операций на концевых участках лавы, повысить эффективность крепления подготовительных выработок и скорость их проведения, увеличить скорости подвигания очистного забоя, сократить стоимость материала и трудоемкость работ по креплению, повысить безопасность работ, улучшить условия эксплуатации выработок.

Проблемными, с точки зрения геомеханики, при применении анкерной крепи являются широкие выработки и камеры, пересечения выработок, зоны геологических нарушений, относительно слабые породы, а также повторно используемые выработки и зоны активного проявления горного давления. Применение сталеполимерных анкеров для крепления горных выработок в условиях надработанных и подработанных участков пластов, на удароопасных пластах, а также при креплении выработок и очистных камер при системах разработки короткими забоями еще недостаточно исследовано и нуждается в разработке нормативных документов. И наконец, несмотря на то, что установка

анкерной крепи требует меньше времени, чем установка обычной крепи, сама по себе эта операция является самой продолжительной в выемочном цикле.

Для расширения области применения сталеполимерной анкерной крепи необходимо установить, как влияют на ее несущую способность такие факторы, как время, агрессивность среды, влажность, температура (в том числе отрицательная) воздуха и породного массива, а также разрыв времени между обнажением кровли и возведением крепи.

Схемы подготовки и охрана подготовительных выработок. Опыт интенсивной отработки пластов показал, что применяемые ранее схемы подготовки выемочных столбов одинарными штреками и бесцеликовая технология отработки не отвечают требованиям интенсивной работы очистных забоев, которые требуют увеличения сечения выработок по условиям вентиляции, транспорта и размещения крупногабаритного оборудования. При бесцеликовой отработке весьма значительны материальные и трудовые затраты, связанные с поддержанием выработок, и затраты времени на выполнение концевых операций. Выходом из создавшегося положения оказался возврат к подготовке выемочных участков парными штреками с оставлением между ними целика определенных размеров, погашения одного из штреков вслед за подвиганием очистного забоя и повторным использованием второго штрека в качестве вентиляционного для выемки смежного столба. Такая схема подготовки, особенно на удароопасных пластах, должна сопровождаться специальными мероприятиями по приведению целика в неудароопасное состояние и накладывает ограничения на производительность очистных забоев.

Ранее при расчете размеров предохранительных целиков исходили из того, что фактическая нагрузка, действующая на целик $P_ф$, должна с некоторым запасом n, уравновешиваться его несущей способностью $P_н$ [4, 7]: $P_ф = P_н/n$. Размеры таких целиков должны были обеспечить сохранение целостности целика и устойчивость охраняемой им выработки. С ростом глубины разработки ширина предохранительных целиков у подготовительных выработок возрастала и на глубине 800-1000 м достигала 60-80 м и более.

Впервые несогласие с таким подходом к определению размеров предохранительных целиков было высказано в работах [2, 3]. Было предложено исходить не из того, что предохранительные целики не должны быть раздавлены, а наоборот, заведомо идти на то, чтобы уголь в этих целиках был раздавлен, но не выжат под действием опорного давления в горную выработку и выработанное пространство. В этом случае раздавленный целик не теряет своей функции по охране подготовительной выработки, но в комплексе с крепью выработки работает как единый элемент и «уходит» от чрезмерно высокого давления на величину заранее заданной податливости. Первые опыты по охране выработок податливыми целиками подтвердили правильность этих положений: улучшилось состояние охраняемых выработок, уменьшились потери угля в целиках, отпала необходимость в проведении специальных мероприятий по приведению целика в неудароопасное состояние.

Геомеханические проблемы, возникающие при охране выработок податливыми целиками, следующие:

- выбор способов задания податливости целикам и области их применения в зависимости от физико-механических свойств угля;
- оценка влияния податливого целика на величину смещения кровли в охраняемой выработке;
- прогноз и определение необходимых размеров податливых целиков;
- учет влияния податливых целиков на проявления горного давления и на размеры зон повышенного горного давления в выработках смежных участков и нижележащих пластов при отработке свиты.

Особенности отработки мощных пластов. В связи с закрытием неперспективных шахт, в том числе разрабатывающих тонкие пласты, резко возросла доля добычи угля из мощных пластов. Так, в Кузбассе с освоением в ближайшие годы Ерунаковского месторо-

ждения, добыча угля из мощных пластов возрастет до 26-28 %. Мощность примерно 90 % пластов этой группы составляет от 3,6 до 5,0 м и их отрабатывают без разделения на слои.

Опыт интенсивной отработки мощных пластов показал, что с точки зрения геомеханики здесь имеется несколько проблем. Первая – поддержание и проведение подготовительных выработок. В настоящее время, как правило, при отработке пласта на полную мощность выработки проводят с оставлением в кровле или почве, а нередко и в кровле и почве угольных пачек мощностью 1,2-1,6 м. При попадании угольной пачки в зону опорного давления наблюдается ее разрушение и пучение у почвы пласта и растрескивание, высыпание и разрушение у кровли. Это значительно осложняет как процесс выемки угля в очистном забое, так и поддержание выработок закрепленных изначально анкерной крепью. Попытки проведения выработок на всю мощность пласта встретили ряд трудностей: отсутствие проходческой техники для проведения выработок высотой 4-5 м; усложнение условий крепления кровли и бортов выработки, а также удержания сопряжений с очистным забоем из-за невозможности применения механизированной крепи сопряжений при указанной высоте выработок.

В очистных забоях при слоевой выемке возникают проблемы, связанные с обеспечением устойчивости кровли нижележащих слоев, представленной неслеживающимися породами, при отработке на полную мощность с управлением устойчивостью угольного забоя и отжимом угля в лавах, с регулированием процесса выпуска угля из подкровельной и межслоевой толщ. Первоочередные задачи по обеспечению эффективности этого перспективного способа выемки мощных пластов на шахтах России связаны с устойчивостью угольной консоли погашаемой толщи, подготовкой угля к выпуску и выбором его параметров.

Этот далеко не полный перечень геомеханических проблем в угольной отрасли показывает, что повышение технического уровня производства повышает значение такого фактора угледобычи, как геомеханическое обеспечение, от которого во многом зависит эффективность и безопасность производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 548712 СССР, МКИ Е21 с39/00 Способ определения напряженного состояния пластичных горных пород / М.Д.Ильинов, Ю.М.Карташов, Н.М.Проскуряков и др. Опубл. в БИ. 1977. № 2.

2. *Барановский В.И.* О размерах предохранительных целиков угля для глубоких шахт / В.И.Барановский, М.И.Весков // Уголь. 1966. № 1. С.22-27.

3. *Барановский В.И.* Об охране подготовительных выработок, проходимых по пластам со склонными к пучению вмещающими породами / В.И.Барановский, М.И.Весков // Уголь Украины. 1970. № 2. С.8-9.

4. *Бублик Ф.П.* К вопросу определения нагрузки на предохранительные и барьерные целики / Ф.П.Бублик, Г.А.Иванов, А.В.Плахов // Уголь. 1974. № 2. С.12-14.

5. *Карташов Ю.М.* Работы ВНИМИ в области исследований физико-механических свойств горных пород / Ю.М.Карташов, А.С.Карманский, Б.В.Матвеев // Горная геомеханика и маркшейдерия / ВНИМИ. СПб, 1994.

6. *Малышев Ю.Н.* Угольная промышленность в России на пороге и в начале XXI века / Ю.Н.Малышев, К.Н.Трубецкой // Уголь. 2001. № 2. С.16-20.

7. *Шевяков Л.Д.* О расчете прочных размеров и деформаций опорных целиков // Изв. АН СССР. 1941. № 7-9. С.3-8.