УДК 622.337.2

О.И.КАЗАНИН, *д-р техн. наук, декан, kazanin@spmi.ru*
А.А.РОМАШКЕВИЧ, *канд. техн. наук, горный инженер, romashkevich_ale@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

O.I.KAZANIN, *Dr. in eng. sc., dean, kazanin@spmi.ru*
A.A.ROMASHKEVICH, *PhD in eng. sc., mining engineer, romashkevich_ale@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

О НАУЧНОМ СОПРОВОЖДЕНИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ИНТЕНСИВНОЙ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

На основе анализа мирового опыта интенсивной отработки выемочных участков угольных пластов показаны основные направления развития технологии подземной угледобычи на шахтах России. Проведена оценка состояния нормативной базы проектирования, отмечено ее существенное отставание от практики современного горного производства. Для повышения качества проектов обоснована необходимость разработки общеотраслевого альбома технологических схем подготовки и отработки выемочных участков угольных пластов.

Ключевые слова: проектирование, подземная разработка, угольный пласт, технологическая схема, интенсивная отработка, выемочный участок.

SCIENTIFIC SUPPORT OF THE PLANNING PROCESS OF INTENSIVE COAL SEAMS MINING TECHNOLOGIES

The main trends of underground coal mining technology development at Russian coal mines are shown on the basis of analyses of intensive coal panel extraction experience all over the world. The estimation of condition of the state rules and instructions for underground coal mining planning is made, it`s disparity with the modern mining practice is underlined. The necessity of the set of coal mining technologies pattern creation is shown with the purpose of increasing the quality of coal mining projects.

Key words: planning, underground mining, coal seam, technological schemes, intensive mining, coal panel.

Существенное повышение нагрузок на комплексно-механизированные очистные забои угольных шахт, рост уровня концентрации горных работ, переход все большего числа шахт РФ на структуру шахта-лава предъявляют особые требования к качеству проектов подготовки и отработки выемочных участков, обеспечению требований промышленной безопасности. За 2000-2009 гг. среднесуточная нагрузка на комплексно-механизированный забой (КМЗ) увеличилась более чем двукратно (с 1324 до 3394 т/сут) при почти двукратном сокращении количества действующих КМЗ (со 170 до 98) [4]. Рекорды производительности очистных забоев на шахтах РФ составили 4,4 млн т/год (шахта «Котинская» в Кузбассе), 2,0 млн т/год (шахта «Воргашорская» в Печорском бассейне), угольные компании нацелены на достижение еще более высоких показателей.

Вместе с тем повышение уровня концентрации горных работ и рост производительности очистных забоев на угольных шахтах России сопровождаются недопустимо высоким уровнем аварийности и травматизма, более чем на порядок превышающим соответст-

вующие показатели шахт мирового и европейского уровня. Аварии с массовой гибелью людей в результате взрывов метана на шахтах в 2004, 2007 и 2010 гг. свидетельствуют о несоответствии применяемых способов управления газовыделением и управления состоянием массива тому уровню нагрузок на забои, который обеспечивают современные механизированные комплексы. На российских шахтах практически не применяется заблаговременная дегазационная подготовка шахтных полей, что существенно усложняет проблему эффективного управления газовыделением и переносит необходимость ее решения уже непосредственно на выемочные участки.

Ранее проведенными исследованиями [1, 2] установлена определяющая роль способа подготовки выемочных участков в обеспечении эффективности управления газовыделением и состоянием массива при интенсивной отработке пластов в сложных по газовому и геодинамическому факторам горно-геологических условиях. Анализ опыта отработки угольных пластов на шахтах РФ показал, что там применяются как бесцеликовые, так и многоштрековые схемы подготовки выемочных участков в варианте спаренными выработками. Используется рамное, анкерное и рамно-анкерное крепление проводимых выемочных выработок. Причем наилучшие результаты как в Кузбассе (шахта «Котинская»), так и в Печорском бассейне (шахта «Воргашорская») достигнуты при подготовке выемочных участков спаренными выработками с широкими целиками между ними и анкерным креплением оконтуривающих выемочный столб выработок.

В Кузбассе высокие показатели также были достигнуты при отработке средней мощности и мощных пластов, подготовленных спаренными выработками с широкими целиками между ними, которые впоследствии вынимались при проезде лавы. По такой схеме на шахте «Распадская» с помощью комплекса оборудования фирмы «Joy» достигнут объем добычи 2,38 млн т/год [3].

Практика показала, что бесцеликовые схемы обеспечивают безопасность горных работ в отношении горных ударов, но существенно ограничивают возможности роста нагрузок на забои по газовому фактору. Кроме того, на глубине более 600 м практически невозможно обеспечить безремонтное поддержание выемочных выработок, применять анкерную крепь в качестве основного вида крепи. При подготовке выемочных участков спаренными выработками на высокогазоносных пластах в ряде случаев приоритет отдается возвратноточным или комбинированным схемам проветривания в сочетании с комплексными схемами дегазации и изолированным отводом метановоздушной смеси (МВС). На пластах, склонных к самовозгоранию, прямоточные схемы проветривания практически не применяются вне зависимости от метанообильности выемочных участков.

Мировая практика показывает, что наивысшие показатели работы длинных очистных забоев достигаются при применении многоштрековых (две, три или четыре выработки с каждой стороны выемочного столба) схем подготовки выемочных участков. Рекорды производительности – 10,0 млн т/год; 1,6 млн т/мес; 57000 т/сут – были установлены в длинных очистных забоях шахт США [8] в благоприятных горно-геологических условиях именно при использовании многоштрековых схем с оставлением неизвлекаемых ленточных целиков. Опыт шахт США, достигших наивысших в мире показателей, представляет особый интерес при проектировании новых шахт на месторождениях с благоприятными горно-геологическими условиями. Однако возможность применения распространенных на шахтах США многоштрековых схем подготовки выемочных участков, как и целого ряда других современных технических решений по обеспечению эффективности и безопасности горных работ, в действующих в РФ отраслевых нормативных документах пока практически не рассматривается.

При многоштрековой подготовке выемочных участков штреки проводятся одновременно, как правило, без присечки породы, т.е. процесс проходки можно рассматривать как добычу угля с использованием короткозабойного оборудования. Для обеспечения устойчивости штреков их стараются ориентировать параллельно направлению действия главных горизонтальных напряже-

ний, что практически не учитывается при проектировании отработки пластов на шахтах России. Применение многоштрековых схем существенно расширяет возможности управления газовыделением на выемочных участках средствами вентиляции, дегазации и изолированного отвода МВС, что позволяет снять ограничения нагрузки на забой по газовому фактору, более полно использовать возможности современной выемочной техники. В то же время дополнительные затраты на проведение выработок, а также потери угля в целиках могут быть оправданы лишь в случае соответствующего увеличения нагрузки на забой. Оставление целиков также может осложнить горные работы при отработке сближенных пластов. Поэтому при многоштрековых схемах подготовки корректный выбор параметров межштрековых целиков, которые обеспечивали бы устойчивость участковых выработок и не представляли опасности по горным ударам в условиях высоких скоростей подвигания очистных забоев, представляет собой важную научную задачу.

Вместе с тем нормативная база в отношении проектирования технологических схем подготовки и отработки выемочных участков длительное время не обновлялась. Это касается вопросов управления как газовыделением, так и состоянием массива, обоснования пространственно-планировочных решений, проведения и крепления горных выработок. Документ, где все эти вопросы рассматриваются комплексно в привязке к конкретным горно-геологическим условиям, – альбом технологических схем разработки пластов на угольных шахтах – издавался еще в СССР в 1991 г. Институтом горного дела им. А.А.Скочинского. В альбоме на основе анализа опыта отработки угольных пластов в разных бассейнах и обобщения результатов исследований бассейновых институтов предлагался комплекс технических решений, внедрение которых обеспечивало экономически приемлемый для того времени уровень технико-экономических показателей для широкого диапазона горно-геологических условий: от весьма тонких до мощных пластов при углах падения от 0 до 90°, разной газообильности выемочных участков и глубины разработки. Схемы 1991 г. [5] были разработаны по модульному принципу и содержали много передовых для того времени технических решений. В то же время в отношении пологих пластов акцент в схемах был сделан на применение бесцеликовых схем подготовки с нисходящим порядком отработки выемочных участков в сочетании с механизированными комплексами отечественного или польского производства и прямоточными схемами проветривания выемочных участков.

Отсутствие современного общеотраслевого альбома технологических схем подготовки и отработки выемочных участков пластов на угольных шахтах, обобщающего новейшие достижения в теории и практике подземной угледобычи, создает сложности для компаний и проектных институтов с разработкой и последующей государственной экспертизой проектов разработки угольных пластов, в которых заложены современные пространственно-планировочные и технологические решения, обеспечивающие высокие нагрузки и скорости подвигания забоев при достаточном уровне безопасности работ. Подобная ситуация привела к тому, что ряд ведущих угледобывающих компаний России совместно с научными и проектными организациями начали их разработку самостоятельно для условий своих шахт. При этом требования к схемам остаются неизменными: обеспечение эффективности и безопасности подземных горных работ при интенсивной отработке выемочных участков.

Анализ опыта работы высокопроизводительных очистных забоев на угольных шахтах мира [6] позволил выявить основные тенденции в технологии отработки угольных пластов длинными забоями и сформулировать направления совершенствования технологических схем подготовки и отработки выемочных участков на шахтах России:

- в современных высокопроизводительных забоях применяются средства механизации ведущих мировых производителей с ресурсом 5 млн т и более, они изготовлены индивидуально для работы в конкретных горно-геологических условиях определенного пласта на определенном участке месторождения;

• длина лав имеет явно выраженную тенденцию к росту – на шахтах США прирост в 2008 г. по отношению к 2007 г. составил 18 м (с 295 до 313 м) при максимальном значении – 540 м [7]; длина некоторых лав на шахтах России превышает 300 м;

• длина выемочных участков также имеет тенденцию к росту, может превышать 4000 м и, как правило, ограничивается лишь горно-геологическими условиями, так как современные механизированные комплексы способны отрабатывать участки значительно большей длины;

• критериями выбора способа подготовки выемочных участков являются обеспечение полного использования технических возможностей применяемого оборудования при комплексном решении вопросов управления газовыделением, предотвращения горных ударов и внезапных выбросов, пожаробезопасности, а также минимизации потерь угля в целиках;

• поскольку межштрековые целики являются одним из ключевых элементов при многоштрековой подготовке выемочных участков, требуются дополнительные исследования устойчивости целиков при различных режимах нагружения, скоростях подвигания очистных и подготовительных забоев, возможности задания целикам требуемой податливости;

• своевременное воспроизводство фронта очистных работ при многоштрековых схемах подготовки выемочных участков требует существенного повышения скорости проведения выработок.

Отмеченные тенденции отражены в альбомах технологических схем подготовки и отработки выемочных участков, разработанных по аналогии с альбомом [5] специалистами Горного университета по заказу ряда угольных компаний. Разработка общеотраслевого альбома технологических схем подготовки и отработки выемочных участков на угольных шахтах России, который мог бы быть выполнен на основе общеотраслевого заказа совместно ведущими институтами и научными центрами, на сегодняшний день является одной из основных задач прикладной науки по отношению к угольной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Казанин О.И.* Интенсивная отработка высокогазоносных угольных пластов на больших глубинах / О.И.Казанин, Г.Д.Задавин; Международ. академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). СПб, 2007. 240 с.

2. *Коршунов Г.И.* Многоштрековая подготовка угольных пластов / Г.И.Коршунов, А.К.Логинов, В.М.Шик. СПб: Наука, 2007. 250 с.

3. Некоторые результаты применения на шахтах России технологических схем высокопроизводительной отработки угольных пластов / Ю.Л.Худин, Е.Ф.Козловчунас, В.Д.Носенко, А.Н.Яковлев // Уголь. 2004. № 10. С.9-15.

4. *Таразанов И.* Итоги работы угольной промышленности России в 2008 году // Уголь. 2009. № 3. С.45-52.

5. Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах / В.Е.Зайденварг, В.В.Соболев, И.И.Снытkин и др.; под ред. В.Е.Зайденварга; ИГД им.А.А.Скочинского. Люберцы, 1991. Ч.1. 206 с.; Ч.2. 415 с.

6. *Fiscor S.* Total Number of Longwall Faces Drops Below 50 // Coal Age. 2009. № 2. P.24-32.

7. *Peng S.S.* Coal Mine Ground Control / West Virginia University, 2008. 750 p.

8. *Peng S.S.* Longwall Mining / West Virginia University, 2006. 621 p.

REFERENCES

1. *Kazanin O.I., Zadavin G.D.* Intensive mining of the coal seams with high natural gas content at the great depths / International Academy of Ecology, Safety of Man and Nature.Saint Petersburg, 2007. 240 p.

2. *Korshunov G.I., Loginov A.K., Shick V.M.* Multy-entries coal seams panels development. Saint Petersburg: Nauka, 2007. 250 p.

3. *Hudin J.L., Kozlovchunas E.F., Nosenko V.D., Yakovlev A.N.* Some results of using technological schemes of high-productive coal seams mining at the Russian mines // Coal. 2004. № 10. P.9-15.

4. *Tarazanov I.* The results of Russian coal industry in 2008 // Coal. 2009. № 3. P.45-52.

5. *Zaidenvarg V.E., Sobolev V.V., Snytkin I.I.* and others, ed. V.E.Zaidenvarg. Technological schemes of seams development at coal mines // MI named after A.A. Skochinskiy. Lubercy, 1991. P.1. 206 p.; P.2. 415 p.

6. *Fiscor S.* Total Number of Longwall Faces Drops Below 50 // Coal Age. 2009. № 2. P.24-32.

7. *Peng S.S.* Coal Mine Ground Control / West Virginia University. 2008. 750 p.

8. *Peng S.S.* Longwall Mining / West Virginia University. 2006. 621 p.