УДК 622.272

А.А.СИДОРЕНКО, *канд. техн. наук, доцент, sidorenkoaa@mail.ru*
С.А.СИДОРЕНКО, *канд. техн. наук, ассистент, sergeyspmi@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.A.SIDORENKO, *PhD in eng. sc., associate professor, sidorenkoaa@mail.ru*
S.A.SIDORENKO, *PhD in eng. sc., assistant lecturer, sergeyspmi@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНОЙ УГЛЕДОБЫЧИ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Выполнен анализ современного состояния проблемы эффективной и безопасной отработки запасов в сложных горно-геологических условиях. Даны рекомендации по обеспечению повышения технико-экономических показателей угледобывающих шахт, отрабатывающих высокогазоносные пласты, склонные к самовозгоранию.

Ключевые слова: подземная разработка, горно-геологические условия, самовозгорание угля, эндогенные пожары, системы разработки, издержки производства.

ENHANCEMENT OF EFFICIENCY OF UNDERGROUND COAL MINING DEVELOPMENT OF COMPLEXITY MINING-AND-GEOLOGICAL PARAMETERS

The analysis of a current state of a problem of effective and safe working off of stocks in complexity mining-and-geological parameters is made. Recommendations about ensuring increase of technical and economic indicators of the coal mines which working off high-gas-bearing layers and spontaneous-combustion coal are made.

Key words: underground mining, mining-and-geological conditions, coal spontaneous-combustion, endogenous fires, planning concept, costs of production.

Значительная дифференциация технико-экономических показателей угледобывающих шахт обусловлена не только существенным различием горно-геологических условий их работы, но и частым несоответствием применяемых технико-технологических решений этим условиям. Это подтверждается значительным разбросом значений показателей работы предприятий, использующих различные параметры одной и той же технологии в аналогичных горно-геологических условиях.

В настоящее время наибольшее распространение при подземной угледобыче получили системы разработки длинными очистными забоями, на долю которых приходится более 50 % подземной добычи угля в основных угледобывающих странах и более 90 % в России. Современное высокопроизводительное оборудование длинных очистных забоев обеспечивает высокую интенсивность отработки запасов и конкурентоспособность продукции шахт, как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Высокая надежность и производительность оборудования позволила существенно увеличить параметры выемочных столбов: длина лавы достигла 300 м и более, длина столба 4000 м и более. Вследствие высокой производительности лав большинство современным шахт функционируют в режиме шахта – лава, т.е. с одним очистным забоем. Сложившая тенденция обусловлена как стремлением к повышению концентрации работ, так и ограниченностью запасов горных отводов большинства шахт.

Достоинством шахты-лавы можно считать снижение удельных общешахтных затрат за счет упрощения технологической схемы шахты. В то же время ее существенным недостатком является повышение риска значительного экономического ущерба при возникновении длительных незапланированных простоев очистного забоя. По некоторым данным, один день простоя высокопроизводительного очистного забоя приводит к ущербу до 20-30 млн руб., одна часть которого обусловлена высоким уровнем общешахтных затрат, а другая – ущербом от потери потенциальной прибыли. Таким образом, от принятия рационального пространственно-планировочного решения зависит не только уровень рентабельности, но и жизнеспособность угледобывающего предприятия в целом.

Риск возникновения внештатных производственных ситуаций существенно растет при отработке запасов в сложных горно-геологических условиях. К сложным условиям при применении высокопроизводительных комплексов относят горно-геологические условия, снижающие эффективность использования комплексов и технико-экономические показатели подземной угледобычи, но при этом обеспечивающие техническую возможность и экономическую целесообразность отработки запасов. К таким условиям следует отнести высокогазоносные пласты, участки с высокой степенью геологической нарушенности, пласты с неустойчивыми или труднообрушаемыми кровлями, пласты, склонные к самовозгоранию, динамическим и газодинамическим явлениям.

Следует отметить, что на долю благоприятных к отработке запасов приходится не более 1/3 всех запасов России, а возможные сочетания горно-геологических и горно-технических факторов, характеризующие условия отработки других 2/3 запасов настолько разнообразны, что не позволяют разработать единый подход к обеспечению их интенсивной отработки, в связи с чем задача выбора и обоснования рациональных параметров, обеспечивающих высокую эффективность и промышленную безопасность подземных горных работ при отработке угольных пластов, является актуальной.

Рассмотрим решение данной задачи для условий отработки высокогазоносных пластов повышенной мощности (более 6 м), склонных к самовозгоранию. Следует отметить, что на долю таких пластов приходится около 12 % промышленных запасов, а разработка ведется целым рядом угледобывающих шахт: Распадская-Коксовая, им.В.И.Ленина, Томусинская, Томская, УПГР разреза «Сибиргинский» и др.

Работа указанных шахт характеризуется относительно низкими технико-экономическими показателями, что обусловлено существенными ограничениями, накладываемыми горно-геологическими условиями, высоким риском аварийности и необходимостью соблюдения целого ряда дополнительных требований, связанных с работой в условиях высокого газовыделения и эндогенной пожароопасности. Низкие технико-экономические показатели отработки запасов в таких условиях, связанные с высоким уровнем производственных затрат, предопределяют необходимость минимизации уровня издержек производства. Такое стремление, однако, способно привести к ухудшению технико-экономических показателей угледобывающих предприятий вследствие снижения промышленной безопасности и увеличения возможного ущерба при росте числа аварий. Например, средние прямые затраты на ликвидацию эндогенных пожаров в последнее время существенно возросли и превысили 100 млн руб. на один пожар [1]. Следует отметить, что указанная сумма не учитывает такие последствия эндогенного пожара, как ущерб от потери прибыли вследствие длительных простоев выемочных участков и шахт и ущерб от потери подготовленных к выемке запасов, а также формирование условий, осложняющих дальнейшую отработку запасов смежных участков и сближенных пластов [4, 5].

В качестве примера, демонстрирующего возможные последствия принятия решения по выбору варианта системы разработки, обеспечивающего снижение издержек производства, но приводящему к аварии, можно привести отработку мощных газоносных пластов, склонных к самовозгоранию, на шахте Алардинская [5].

С целью минимизации затрат на проходческие работы подготовка выемочных столбов 1-го слоя пласта 6 осуществлялась одиночными штреками, а последующие очистные работы велись с выдачей части воздуха из лавы через выработанное пространство с применением комбинированной схемы проветривания с отводом метана из выработанного пространства, относящейся ко II группе. Основная особенность схем проветривания данной группы заключается в отводе метановоздушной смеси через выработанное пространство всего или большей части выемочного столба. Таким образом обеспечивалось снижение издержек производства за счет проходческих работ, но повышалась опасность самовозгорания угля.

На высокую пожароопасность применения подобных схем проветривания выемочных участков с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок указывает ряд действующих нормативных документов:

• в соответствии с инструкцией [3] выемочные участки, отрабатывающие склонные и весьма склонные к самовозгоранию шахтопласты угля с применением схем проветривания с изолированным отводом метана из выработанного пространства, имеют высокую эндогенную пожароопасность;

• в соответствии инструкцией [2] по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса оценку прямоточных и комбинированных схем проветривания выемочных столбов с отводом метана через выработанное пространство по фактору эндогенной пожароопасности следует производить по отношению времени перемещения проветриваемой зоны выработанного пространства к продолжительности инкубационного периода самовозгорания угля в соответствии с руководством [6]. При отношении, равном или больше единицы, рассматриваемая схема является пожароопасной.

Следствием применения пожароопасной схемы проветривания стало возникновение эндогенного пожара в лаве, для ликвидации которого выемочный участок был заизолирован вместе с оборудованием. Шахте был нанесен значительный ущерб, связанный с прямыми затратами на ликвидацию пожара и с ущербом от длительного незапланированного простоя высокопроизводительного оборудования, а также общешахтными затратами в этот период.

Для исключения самовозгорания угля в подобных условиях может быть рекомендован к использованию вариант столбовой системы разработки, предусматривающий подготовку выемочного столба к выемке парными штреками: один из которых гасится за лавой, а второй служит в качестве подготовительной выработки смежного столба. Достоинствами такой схемы являются обеспечение пожаробезопасного проветривания выемочного участка за счет отвода части струи через выработанное пространство до ближайшей за лавой сбойки и исключение проветривания через все выработанное пространство; обеспечение проветривания основной части подготовительных выработок в период их проведения за счет общешахтной депрессии. Повышенные затраты при применении подобного варианта связаны с необходимостью ведения подготовительных работ на выемочном участке двумя забоями, что требует увеличения численности рабочих и количества горно-проходческого оборудования на проходческом участке.

Следует отметить, что применение рекомендуемого варианта системы разработки не предусматривает проведения дополнительных выработок, а лишь требует увеличения первоначальных затрат при подготовке первого выемочного столба. В дальнейшем число проходческих забоев при рекомендуемом варианте равно ранее применяемому на шахте за счет использования одного из штреков ранее отработанного столба. Увеличение первоначальных затрат на проведение выработок при реализации рекомендуемого способа определяется стоимостью проведения 1 м выработки и ее протяженностью и может составлять около 60 млн руб., однако указанные затраты не являются дополнительными, а лишь переносятся на более ранний период. Применение такой схемы исключает возникновение эндогенных пожа-

ров, ущерб от которых в данных условиях может составлять от 100 млн руб. (при успешном и быстром тушении пожара) до 2 млрд руб. и более (при увеличении сроков тушения и потере промышленных запасов и дорогостоящего оборудования).

Таким образом, без существенного повышения уровня затрат в сложных горно-геологических условиях при применении рекомендуемой схемы подготовки парными штреками может быть обеспечена эффективная и безопасная отработка высокогазоносных пластов, склонных к самовозгоранию.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Игишев В.Г.* Современное состояние проблемы борьбы с эндогенными пожарами на шахтах Кузбасса / В.Г.Игишев, С.А.Син // Уголь. 2012. № 7.

2. Инструкция по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса. Кемерово, 2007.

3. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков угольных шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок. http://гост-снип-рд.рф/Data1/57/57045

4. *Казанин О.И.* Геомеханическое обоснование параметров разработки мощных крутых пластов системами с подэтажным обрушением и выпуском угля в условиях Прокопьевско-Киселевского месторождения / О.И.Казанин, А.А.Сидоренко, В.В.Семенцов // Горный информ.-аналит. бюл. 2013. № 4.

5. *Казанин О.И.* Оценка влияния горно-технических факторов на эндогенную пожароопасность при отработке сближенных угольных пластов / О.И.Казанин, А.А.Сидоренко, В.А.Тюрнин // Горный информ.-аналит. бюл. 2013. № 4.

6. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Макеевка-Донбасс, 1989.

REFERENCES

1. *Igishev V.G., Cyn S.A.* Current status of a problem of fight against breeding fire on mines of Kuzbass // Coal. 2012. N 7.

2. The instruction on prevention and suppression of underground endogenous fires in Kuzbass mines. Kemerovo, 2007.

3. The instruction on application of air schemes of extraction sites of coal mines with the isolated removal of methane from the developed space from the waste area gas-suction plant. http://гост-снип-рд.рф/Data1/57/57045.

4. *Kazanin O.I., Sidorenko A.A., Sementsov V.V.* Geomechanical parameters determination of sublevel caving mining systems for thick steep coal seams of Prokopevsko-Kiselevskoye deposit // Mining informational and analytical bulletin. 2013. N 4.

5. *Kazanin O.I., Sidorenko A.A., Tyiurnin V.A.* Estimation of the mine technical factors influence on spontaneous combustion hazard during mining of coal seams series // Mining informational and analytical bulletin. 2013. N 4.

6. Guide to design of ventilation of coal mines. Makeyevka-Donbass, 1989.