

Алексей Быкадоров, канд. техн. наук,  
генеральный директор ООО «Сибирский институт  
геотехнических исследований»

В настоящее время угольная промышленность России представлена 86 шахтами и 129 разрезами, из которых 64 шахты и 56 разрезов находятся в Кузбассе. В 2014 г. ими было добыто 210,87 млн тонн угля (37,8 % — подземным способом и 62,2 % — при открытых работах). Кузбасс — флагман угольной отрасли нашей страны, его доля сегодня составляет 59 % от всей российской добычи угля и 75 % коксующихся марок. Согласно Стратегии развития угольной отрасли Кузбасса до 2025 года, планируется увеличить объем добычи угля до 260 млн тонн, ввести в строй 19 новых угледобывающих предприятий и 14 обогатительных фабрик.

# ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

## ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА



Основными способами разработки угольных месторождений Кузбасса являются открытый, подземный и комбинированный. Однако ряд авторов к числу основных причисляют повторный, совместный, открыто-подземный, а также геотехнологические способы добычи, которые по своей сути являются частными понятиями и к основным способам разработки не относятся. Сибирским институтом геотехнических исследований (СИГИ) уделяется большое внимание решению геотехнических задач в практике ведения горных работ на предприятиях Кузбасса комбинированным способом, который позволяет повысить полноту извлечения угольных запасов конкретного разрабатываемого месторождения в лицензионных границах. Комбинированной разработкой мы будем называть отработку одного угольного месторождения открытым и подземным способами, когда независимо от пространственно-временного фактора требуется обязательный учёт их взаимного влияния. Если различные предприятия (разрез, шахта) отрабатывают одно угольное месторождение, но не имеют между собой никаких геомеханических взаимовлияний и технологических связей (транспортных, вентиляционных, водоотливных и т. п.), то такую разработку справедливо считать раздельной, и выбор вариантов схем отработки для каждого из предприятий должен производиться по общепринятым классификациям открытых и подземных горных работ.

Произведен анализ и обобщение классификаций комбинированной разработки рудных месторождений с целью их преимущества для угольной промышленности. Создать единую классификацию систем разработки для всех месторождений пока не удастся. Поэтому существует так называемое отраслевое построение классификаций систем разработки. Отраслевое построение классификаций обусловлено значительной разницей в системах и технологии разработки угольных и рудных месторождений.

Приняв за цель классификации оценку изменения геомеханического, гидрологического, газодинамического состояний техногенного горного массива и земной поверхности при различных вариантах комби-

нированной разработки угольных месторождений в конкретных горно-геологических условиях, мы сформулировали следующие задачи:

- установление наличия нормативных методик учёта взаимовлияния горных работ при вариантах комбинированного способа разработки;

- уточнение существующих и разработка новых методических положений учёта изменения геомеханического, гидрологического, газодинамического состояния техногенного горного массива и земной поверхности;

- разработка рекомендаций по безопасному ведению горных работ комбинированной системой разработки угольных месторождений Кузбасса для конкретных проектов.

При проектировании, строительстве и эксплуатации горнодобывающих предприятий с комбинированной разработкой месторождения должны учитываться следующие основные факторы, определяющие специфические условия и представляющие опасность при ведении горных работ: изменение физико-механических свойств массива горных пород при эксплуатации месторождения, процессы сдвижения и деформации горных пород в зоне влияния подземной разработки с образованием зон сдвижения земной поверхности, трещин, воронок и провалов; склонность месторождения и массива горных пород или их части к горным ударам; степень нарушенности массива горных пород подземными выработками, наличие пустот отработанных камер и блоков в контуре карьера; неблагоприятное воздействие массовых взрывов в карьере и подземной горной выработке (сейсмическое воздействие на перераспределение напряжений в массиве горных пород, возможность возникновения загазованности горных выработок ядовитыми продуктами массовых взрывов, выброса горной массы в карьер при ведении подземных взрывов и т.д.); наличие аэродинамических связей между открытыми и подземными горными работами; возникновение пожаров при совмещенной разработке месторождений полезных ископаемых, склонных к самовозгоранию; внезапные прорывы воды в горные выработки карьеров и шахт; влияние климатических условий района на отработку запасов в зоне карьера.

В соответствии с поставленной целью и задачами СИГИ предложена классификация вариантов комбинированного способа разработки угольных месторождений, в которой по последовательности отработки месторождения выделены три варианта: открыто-подземный, подземно-открытый, одновременный (совместный); по совмещению горных работ в пространстве — в вертикальном направлении, в горизонтальном и смешанное совмещение; по технологии доработки запасов в лицензионных границах — безлюдная комплексом КГРП, выбуривание, механизированные комплексы, камерные и камерно-столбовые системы. Варианты в данной классификации имеют свои особенности формирования техногенного массива, в котором проводятся открытые и подземные горные работы.

Каждый вариант изменяет гидрогеологическое состояние техногенного массива. Наряду с известными понятиями гидрометрии естественных водоёмов (морей, рек, озёр) и методами расчёта их различных параметров, нами введены понятия гидрометрии затопленных карьеров и гидрометрии затопленных шахт.

Недостаточная изученность геомеханических процессов, происходящих в горном массиве при взаимном влиянии открытых и подземных выработок, затрудняет прогноз параметров комбинированной технологии. В данном направлении на основе методических положений действующих в настоящее время нормативных документов СИГИ разработан ряд алгоритмов прогноза величин сдвижений и деформаций горного массива и земной поверхности при взаимном влиянии открытых и подземных горных работ с учётом геодинамических процессов, исследованных А.С. Ягуновым.

Созданные алгоритмы используются в качестве составных элементов автоматизированного рабочего места (АРМ) экспертов-геомехаников Сибирского института геотехнических исследований при разработке практических научно-технических задач безопасного ведения горных работ комбинированным способом, что обеспечивает обоснованность и оперативность принятия проектных решений. ■