УДК 622.014

Э.Ю.МЕЩЕРЯКОВ
Магнитогорский государственный технический университет, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕДНО-КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАЛА

Одним из наиболее востребованных отечественной промышленностью цветных металлов является медь, основные запасы которой представлены медно-колчеданными рудами месторождений Уральского региона. Рост производительности подземных рудников, разрабатывающих медно-колчеданные месторождения, сдерживается сложными геомеханическими условиями горных работ.

Проведен анализ горно-геологических и геомеханических условий разработки медно-колчеданных месторождений, определена целесообразность формирования системы управления состоянием массива, представлены результаты геомеханических исследований по обоснованию адаптивных технологических схем подземной разработки.

Copper is one of the mostly claimed in home industry nonferrous metals, the main resources of which are represented by copper–pyrites ores of the Ural Region deposits. The production growth of ore mines, developing copper-pyrites deposits, is held by hard geomechanical conditions of mine working.

The analysis of the mountain-geological and geomechanical conditions of the copper–pyrites deposits development is carried out. The expedience of forming the system controlling the massif conditions is determined. The results of geomechanical researches in the basis of adaptive technological schemes of mine working development are produced.

В настоящее время производители меди в России испытывают сырьевой дефицит. По прогнозам ИГД УрО РАН, к 2010 г. основной отечественный производитель меди – ОАО «УГМК-холдинг» будет испытывать дефицит меди в концентратах до 240,5 тыс.т [12].

По состоянию минерально-сырьевой базы России на 2006 г. значительная часть балансовых запасов меди (42 %) сосредоточена в меденосных районах Урала, причем ведущим геолого-промышленным типом считается медно-колчеданный.

Медно-колчеданные месторождения Урала обладают в целом общими генетическими признаками, литолого-петрографическим составом, характеризуются наличием метасоматически измененных пород, иерархично-блочной структурой массива, полями естественных напряжений с преобладанием субгоризонтальных тектонических составляющих. По морфологическим особенностям и элементам залегания выделяются три группы месторождений, представленные:

- крутопадающими и наклонными залежами с малой глубиной залегания и значительной глубиной распространения (осваиваемые: Учалинское, Гайское, Молодежное, Александринское; перспективные: Юбилейное, Шемурское);
- субгоризонтальными и пологими ярусно-залегающими залежами (осваиваемые: Узельгинское, Подольское, Юбилейное, Талганское; перспективные: Подольское, Михеевское, Западно-Озерное);
- малыми рассредоточенными пласто- и линзообразными рудными телами (осваиваемые: Октябрьское, Таш-Тау, Чебачье; перспективные: Осеннее, Летнее, Восточно-Семеновское).

Данные группы месторождений разрабатываются, как правило, в первом случае комбинированной открыто-подземной геотехнологией, во втором – подземными горными работами при восходящем порядке отработки рудоносных ярусов, в третьем – подземным способом при одновременной добыче на нескольких горизонтах.

Анализ современного состояния горных работ на перечисленных месторождениях указывает на наличие серьезных проблем с геомеханическим обеспечением подземной разработки, а именно: выход зоны обрушения в борта Учалинского карьера; деформирование массива верхнего рудоносного яруса; попадание вспомогательного ствола в зону сдвижения на Узельгинском руднике; существенные отклонения фактических контуров очистных камер от проектных; крупные вывалообразования в подземных выработках на участках ослабленных метасоматически измененных пород. Установлено, что вопросы обеспечения устойчивости горно-капитальных, горно-подготовительных и подготовительно-нарезных выработок, поддержания очистных пространств (управления горным давлением в границах выемочного участка) решаются на предприятиях обособленно. Локальные решения по управлению состоянием массива в границах выемочного блока, как правило, являются типовыми (проектными). При попытках местного регулирования горного давления без учета последствий для массива в границах горного отвода стабилизация геомеханической ситуации на небольшом участке массива, зачастую, серьезно усугубляет развитие геомеханических процессов на других участках или в целом на месторождении. Поэтому выбор технологических решений должен осуществляться на основе системы управления состоянием массива как механизма непрерывного и целенаправленного процесса технологического воздействия, на основе учета взаимовлияния техногенных (проходческих, очистных открытых и подземных выработок) и природных (литологические разности, дизъюнктивы, водоносные горизонты) объектов, на состояние подрабатываемого массива.

Согласно представлениям авторов [8], технология разработки руд как совокупность процессов по подготовке и выемке полезных ископаемых, осуществляемых с помощью комплекса выработок, горных машин и оборудования, является по сути лишь функциональной частью геотехнологии. Конструктивную основу геотехнологии представляет горный массив. Таким образом, именно система управления состоянием массива в процессе развития горных работ позволит обеспечить оптимальное взаимодействие конструктивных и функциональных элементов геотехнологии.

Инструментом воздействия управляющего лица (технолога) на управляемый объект (горный массив) выступает технологическая схема разработки, к которой предъявляется требование геомеханической адаптивности.

Вследствие принципиально различных подходов к освоению трех групп медно-колчеданных месторождений требуется разработка соответствующих адаптивных геотехнологий на основе целенаправленного регулирования размеров, выбора способов поддержания проходческих и очистных выработок, их взаимоположения, направления простирания, параметров развития фронта горных работ.

Для решения поставленной задачи автором проведен комплекс геомеханических исследований и получены следующие результаты: определены физико-механические свойства литологических разностей и массива ряда медно-колчеданных месторождений Урала (Узельгинского, Учалинского, Александринского, Октябрьского, Молодежного, Сибайского); раскрыт механизм разупрочнения во времени метасоматически измененных пород медно-колчеданных месторождений [7]; установлены закономерности распределения относительных горизонтальных деформаций в подрабатываемых породах от тектонических сил, модуля упругости рудного и искусственного массивов, глубины разработки, мощности рудного тела и пролета подработки [3]; получены математические зависимости для определения параметров зоны влияния выработанного пространства карьера на геомеханическое состояние прикарьерного массива [2]; определены многопараметрические регрессионные уравнения, позволяющие прогнозировать высоту зон геомеханического влияния выработанного пространства, заполненного твердеющей закладкой [1]; предложена методика количественного учета влияния подработки на прочностные свойства налегаю-

щего массива пород [5]; установлен эффект «экранирования» напряжений и деформаций на участках с включениями более упругих пород, используемый для естественной защиты охраняемых объектов от геомеханического влияния горных работ [6].

Проведенные геомеханические исследования позволили получить следующие результаты: осуществить геолого-геомеханическое зонирование массива, разработать технологическую классификацию запасов, осваиваемых комбинированной открыто-подземной геотехнологией [11]; обосновать порядок развития подземных горных работ при доработке прикарьерных запасов, обеспечивающий долговременную устойчивость бортов карьера [10]; определить способы повышения устойчивости подземных выработок, пройденных в метасоматитах [7]; разработать алгоритм выбора рациональных технологических схем при освоении запасов ярусно залегающих рудных тел [5]; составить алгоритм принятия технологических решений при освоении месторождений, представленных совокупностью рассредоточенных малых залежей [4]; разработать технологические схемы освоения ярусно залегающих рудных тел, характеризующиеся взаимоувязкой порядков развития горных работ на ярусах [5]; технологические схемы и параметры фронта горных работ при освоении малых рассредоточенных залежей [9]; технологические схемы комбинированной открыто-подземной геотехнологии [10].

С учетом геолого-геомеханического районирования массивов месторождений и имеющихся алгоритмов выбора технологических схем, разработаны геомеханически адаптивные технологические схемы освоения медно-колчеданных месторождений, представленных: субвертикальными и наклонными залежами с малой глубиной залегания и значительной глубиной распространения (Учалинское); субгоризонтальными и пологими яруснозалегающими залежами (Узельгинское); малыми рассредоточенными пласто- и линзообразными рудными телами (Октябрьское).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калмыков В.Н.* Вторичные поля напряжений и деформаций массива горных пород в условиях восходящего порядка разработки ярусно расположенных рудных тел / В.Н.Калмыков, Э.Ю.Мещеряков, А.А.Иванов // Геомеханика в горном деле – 2002: Докл. междунар. научн.-техн. конф. 19-21 ноября 2002 г. / ИГД УрО РАН. Екатеринбург. 2003. С.115-120.

2. *Калмыков В.Н.* К оценке параметров зон геомеханического влияния выработанного пространства / В.Н.Калмыков, Э.Ю.Мещеряков, А.А.Иванов // Комбинированная геотехнология: развитие способов добычи и безопасность горных работ: Материалы междунар. науч.-техн. конф. / МГТУ. Магнитогорск, 2004. С.157-168.

3. *Калмыков В.Н.* Особенности напряженно-деформированного состояния массива при выемке подработанных рудных тел / В.Н.Калмыков, Э.Ю.Мещеряков, А.А.Иванов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2003. № 4. С.189-192.

4. *Калмыков В.Н.* Технологические и геомеханические особенности разработки рудных тел Октябрьского месторождения / В.Н.Калмыков, Э.Ю.Мещеряков, А.Ф.Илимбетов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. № 11. С.84-86.

5. *Мещеряков Э.Ю.* Методика выбора технологических схем при освоении ярусно залегающих рудных тел / Э.Ю.Мещеряков, А.А.Иванов // Вестник МГТУ. Магнитогорск, 2003. № 4. С.16-19.

6. *Мещеряков Э.Ю.* Геомеханическое обоснование разработки запасов линзообразной залежи с применением систем с обрушением под охраняемыми объектами / Э.Ю.Мещеряков, С.С.Носков // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2004. № 9. С.274-278.

7. *Мещеряков Э.Ю.* Определение параметров зон неупругого деформирования массива метасоматически измененных пород, вмещающего подземные выработки / Э.Ю.Мещеряков, А.В.Сараскин, А.А.Зубков // Геомеханика в горном деле – 2005: Докл. междунар. науч.-техн. конф. 5-8 июля 2005 г. / ИГД УрО РАН. Екатеринбург, 2005. С.160-168.

8. Нетрадиционные решения в горной промышленности / А.А.Аверченков, В.Ж.Аренс, Ю.М.Арский и др. / Под ред. Ю.А.Чернегова. М.: Недра, 1991.331 с.

9. Обоснование способов управления состоянием массива при разработке руд Октябрьского месторождения / В.Н.Калмыков, М.В.Рыльникова, Э.Ю.Мещеряков и др. // Геомеханика в горном деле – 2000: Докл. междунар. науч.-техн. конф. 29 мая – 2 июня 2000 г. / ИГД УрО РАН. Екатеринбург, 2000. С.164-174.

10. Обоснование технологии отработки законтурных запасов в основании юго-восточного борта Учалинского карьера комбинированными горными работами / В.Н.Калмыков, М.В.Рыльникова, Э.Ю.Мещеряков и др. // Горные науки на рубеже XXI века: Сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-техн. конф. / УрО РАН. Пермь, 1997. С.522-528.

11. *Рыльникова М.В.* К вопросу классификации способов комбинированной разработки месторождений / М.В.Рыльникова, Э.Ю.Мещеряков // Горный информационно-аналитический бюллетень. 1997. № 3. С.61-66.

12. *Яковлев В.Л.* Обоснование стратегии освоения минеральных ресурсов Среднего Урала / В.Л.Яковлев, С.И.Бурыкин // Горный журнал. 2004. № 5. С.3-8.