УДК 622.34.06:622.272

Э.И.БОГУСЛАВСКИЙ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РУДЫ – ОСНОВА ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

В условиях современных рыночных отношений базой менеджмента на горных работах становится управление качеством руды. Можно выделить следующие его этапы: определение рыночных цен на добытую руду; формирование границ рудных тел при переборе рациональных кондиций; определение оптимальных затрат и цен на добытую руду при рассматриваемых кондициях; формирование планов горных работ по принципу соответствия рыночных и расчетных цен на добытую руду; оперативное управление горными работами (подбор оптимальной «шихты», формирование рудопотоков, организация транспорта, подъема, складирования, ведение очистных, подготовительных, горно-капитальных и других работ).

In conditions modern market attitudes base of management on Mining works becomes quality management of ore. It is possible to allocate its following stages: definition of market prices for the extracted ore; formation of borders of ore bodies at consecutive change of rational standards; definition of optimum expenses and the prices for the extracted ore at considered standards; formation of plans of Mining works by a principle of conformity of the market and settlement prices for the extracted ore; operative management of Mining works (selection of optimum quality of ore, formation of streams of ore, the organization of transport, rise, warehousing, conducting clearing, preparatory, Mining-capital and other works).

Рыночные условия взаимодействия горных предприятий с отечественными и зарубежными потребителями требуют адекватных методов управления горными работами. Особенно контрастна эта ситуация в горно-рудной промышленности. Беспредельное многообразие качества руды и элементов залегания месторождений вызывает необходимость обоснованного, четкого планирования и выполнения всего цикла горных работ. Прежние принципы формирования планов горных работ на базе директивно заданных объемов добычи и себестоимости руды уступают место требованиям рынка: спросу, конъюнктуре цен, качеству продукции и др.

Меняющееся состояние рынка требует создания мобильной, эластичной системы горно-технологического менеджмента, в которой основное значение имеет управление качеством руды. Концептуально можно выделить следующие этапы этой системы:

1. Определение рыночных цен на добытую руду.

2. Формирование границ рудных тел при рассмотрении вариантов рациональных кондиций.

3. Определение оптимальных затрат и отпускных цен на добытую руду при рассматриваемых кондициях (по блокам, горизонтам, рудным телам и др.).

4. Формирование планов горных работ по принципу соответствия рыночных цен и расчетной отпускной цены на добытую руду.

5. Оперативное управление горными работами и непосредственное регулирование добычи руды.

Этап 1. Уже на этом этапе рыночные требования выступают как базовые в методических подходах и процедурах оптимального управления горными работами. Поскольку здесь рассматриваются основные концепции горно-технологического менеджмента, представленные зависимости и расчетные формулы носят обобщенный и упрощенный характер.

Рыночная цена на добытую руду

$$Ц^{р}_{д.р} = \frac{Ц^{р}_{д.м}\alpha_{р}}{100},$$

где $Ц^{р}_{д.р}$ и $Ц^{р}_{д.м}$ – соответственно рыночные цены добытой руды и содержащихся в ней металлов (полезных компонентов) по затратам горного производства, руб./т; $Ц^{р}_{д.м} = Ц^{р}_{м} - Ц_{о} - Ц_{м} - Ц_{т} - П$; $Ц^{р}_{м}$ – цены поставляемых на рынок металлов; $Ц_{о}$, $Ц_{м}$, $Ц_{т}$ – соответственно цена обогащения, металлургического передела и транспорта; П – прочие рыночные факторы; $\alpha_{р}$ – содержание металлов в руде, %.

Задача усложняется нелинейными зависимостями этих цен от содержания металла в руде, концентрате, а также от расстояний транспортировки руды, концентрата и металлов.

Этап 2. Выполнение работ этого этапа прежними средствами позволяло весьма ориентировочно, а иногда и за гранью достоверности оконтуривать рудные тела и проводить подсчет запасов по бортовому и среднему содержаниям полезных компонентов в руде. В последнее время созданы мощные профессиональные компьютерные программы (пакеты) типа Data Mining. Они позволяют при наличии детальной геологической информации с высокой надежностью оконтуривать рудные тела по заданному бортовому содержанию, определять все элементы залегания рудных тел, средние содержания, запасы и другие параметры блоков, горизонтов, рудных тел и месторождений.

Такая работа была выполнена С.В.Кирюковым, А.А.Шныптевым по одному из месторождений цветных металлов. Анализировалось рудное тело с широким диапазоном содержания полезных компонентов. Для заданных вариантов бортового содержания от 3 до 7 условных единиц (у.е.) с использованием пакета Data Mining построены его контуры, определены средние содержания, балансовые запасы руды и полезных компонентов (см. таблицу). Мощность рудного тела меняется от 65 до 10 м, что предполагает возможность применения различных систем разработки.

Зависимость мощности рудного тела, среднего содержания металла и балансовых запасов от бортового содержания

Бортовое содержание, у.е.	Средняя мощность рудного тела, м	Среднее содержание, у.е.	Балансовые запасы руды, млн м^3	Балансовые запасы полезных компонентов, тыс.т
3	65	5,8	45,8	788,8
4	50	6,6	35,2	606,7
5	38	7,5	23,1	515,4
6	28	8,2	15,4	374,9
7	20	9,0	10,2	273,1

Этап 3. На этом этапе для установленных при разных значениях бортового содержания элементов залегания рудного тела выбираются технологии их разработки. Определение затрат на добычу руды может быть выполнено обычным проектным расчетом, однако многообразие систем разработки, природных, конструктивных, технологических, экономических и других условий и факторов требует поисков рациональной технологии и оптимальных параметров и показателей.

Основой решений большинства горных проектных задач в современных условиях являются математические и, в первую очередь, экономико-математические методы моделирования. Разработка и использование экономико-математических моделей значительно улучшают, облегчают и ускоряют выбор оптимальных технических и экономических решений.

Для рассматриваемого рудного тела было выбрано три системы разработки: с открытым выработанным пространством и отбойкой руды из подэтажных штреков; то же, но из подэтажных ортов; с обрушением руды и вмещающих пород секциями ромбовидной формы из подэтажных ортов.

По результатам экономико-математического моделирования для различных диапазонов мощности рудного тела были определены оптимальные технико-экономические показатели рассматриваемых систем разработки и области их рационального применения. Эти данные позволяют рассчитать отпускные цены на добытую руду при ранее установленных кондициях.

Этап 4. В границах безопасного управления горным давлением и сдвижением, рациональной отработки запасов и защиты окружающей среды комплектуются эксплуатационные блоки, панели, забои, которые обеспечивают заявленное потребителем содержание полезных компонентов в усредненном или раздельных рудопотоках, при условии, что отпускные цены на добытую руду, определенные на этапе 3, не выше рыночных. На этой основе разрабатываются прогнозы, создаются годовые, полугодичные, ежеквартальные и другие планы горных работ.

Годовой план добычи руды распределяется по блокам с подготовленными и готовыми к выемке запасами руды. Задача распределения нагрузки на выемочные блоки пока зачастую решается лобовыми расчетами с опорой на эрудицию технического руководства рудника. Однако на ряде передовых предприятий применяются компьютерные методы. Разработаны методики и созданы программные средства решения этой задачи. В Санкт-Петербургском горном институте созданы программы оптимального распределения нагрузки на очистной блок или забой с учетом заданного среднего содержания полезных компонентов в рудопотоке, плана по добыче руды и производства металлов.

Этап 5. Можно выделить две стадии этого этапа: а) оперативное планирование нагрузок на забои для подбора «шихты»; б) регулирование добычи руды для поддержания стабильного качества.

Оперативное планирование нагрузок выполняется ежесуточно, ежесменно и требует обоснованного динамичного управления качеством руды за счет разделения или усреднения рудопотоков, организации транспорта, подъема, бункеризации, аккумуляции, складирования и др. При этом выделяются активные, пассивные, консервируемые и закрываемые забои, блоки, панели, что создает постоянно меняющуюся картину ведения очистных, нарезных, подготовительных, горно-капитальных и других работ. Надежное планирование этих работ можно обеспечить с помощью специальных компьютерных программ управления.

Регулирование добычи руды выполняется в течение смены и обеспечивает поддержание ее постоянного качества. Широкое применение самоходного оборудования, имеющего высокую мобильность, улучшает условия управления качеством руды в процессах ее погрузки и доставки. Для управления работой погрузочно-доставочных машин целесообразно использовать промышленные компьютерные системы. В компьютер подается информация о содержании полезных компонентов в руде. Созданное программное обеспечение позволяет организовать работу погрузодоставочного оборудования, обеспечивающего усреднение рудопотоков из отдельных забоев, эксплуатационных блоков и горизонтов.

Изложенные концепции в общем виде характеризуют настоятельную необходимость и возможность обеспечить мобильную, гибкую и эффективную систему управления горными работами на рудниках, позволяющую сохранять конкурентоспособность и выживаемость горно-рудных предприятий в условиях динамично меняющейся конъюнктуры отечественного и мирового рынков.