

КАЧЕСТВО И СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

В.Л. Мартьянов

КузГТУ

Качество полезного ископаемого определяется содержанием основных полезных и вредных компонентов, минеральным составом физико-техническими свойствами гранулометрическим составом, влажностью и др. Например, качество угля определяется в основном теплотворной способностью, зольностью, влажностью, содержанием серы, фосфора.

Во всех случаях ухудшение качества сырья сказывается на работе обогатительных фабрик, электростанций, химических и металлургических заводов и т.д. С другой стороны, повышение качественных характеристик не является самоцелью: добыча полезных ископаемых только высокого качества приводит к уменьшению сроков существования карьеров, увеличению капитальных затрат и т.д. Требования промышленности к качеству сырья выражаются в виде технических условий. А на угли, бокситы, строительные горные породы и асбест существуют государственные стандарты.

Качество добываемого полезного ископаемого связано с двумя его важнейшими составляющими: качества полезного ископаемого в недрах и качество производства горных работ. Качество полезных ископаемых оценивается кондициями, оценка которых осуществляется на стадиях геологоразведочных работ, проектирования и эксплуатации месторождения.

Кондиции на минеральное сырье представляют собой также совокупность требований к качеству полезных ископаемых, горно-геологическим условиям разработки, обеспечивающим наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на рациональной экономической основе с учетом экологических последствий эксплуатации месторождения.

К основным параметрам кондиций для подсчета балансовых запасов угля относятся: минимальная мощность пласта; максимальная мощность породных прослоев, включая в угольный пласт сложного строения при валовой его отработке или минимальная при селективной выемке; максимальная зольность угля; перечень допустимых компонентов и их содержание; пласты, участки, которые не могут быть отработаны из-за сложных горно-геологических условий и т.д.; предельная глубина отработки запасов (для открытого способа добычи – граничные коэффициенты вскрыши, т.е. экономически обоснованная эффективность отработки) и т.д.

Например, для углей, это могут быть нормальная мощность отрабатываемых пластов, максимальная мощность породных прослоев, включаемых в пласт сложного строения при валовой выемке и минимальная мощ-

ность породных прослоев, подлежащих отдельной выемке, максимальная зольность угля для пластов сложного строения и максимальная среднепластовая зольность, влажность, спекаемость, содержание вредных компонентов и др.

Кондиции рассматриваются как проектные и как эксплуатационные. Проектные кондиции учитывают требования к геологическим кондициям в проектируемом карьере. Это делается для обеспечения рентабельной разработки месторождения. Эксплуатационные кондиции отвечают требованиям к качеству полезных ископаемых, обеспечивающие наилучшие технико-экономические показатели предприятий при определенном заданном объеме добычи, принятых вскрытии и системе разработки, технологии, горнотранспортном оборудовании и др.

Открытые горные работы не могут превзойти природное качество полезных ископаемых. Но от качества производства горных работ прямо зависят товарные характеристики сырья, а значит и цена продукции, прибыль предприятия и т.д.

Качество производства горных работ является техническим, технологическим и организационный уровень горного производства. Качество горных работ оценивается относительным отклонением качества добытого полезного ископаемого от его естественного состояния и технико-экономическим показателям с учетом потерь и разубоживания полезных ископаемых при добычи, степенью стабилизации основных показателей качества сырья в грузопотоке, а также производительностью комплексов оборудования.

Потери полезного ископаемого подразделяются на количественные и качественные потери. Количественные потери это часть запасов полезного ископаемого, оставленная при разработке в недрах, потерянная в местах погрузки, разгрузки, на транспортных коммуникациях, вывезенная в отвалы. Качественные потери или разубоживание породой это снижение качества полезного ископаемого в товарной продукции по сравнению с содержанием его в массиве. Разубоживание породой происходит из-за засорения полезного ископаемого породами основной вскрыши, междупластьев и пропластками пород. Это же происходит при смешении ценных марок угля, дополнительного увлажнения, переизмельчения и т.д. Разубоживание, наряду со снижением товарной ценности продукции предприятия, напрямую ведет и к ухудшению показателей работы. Например, если засорение угля не превышает 10-15%, то при обогащении используют дешевое пневматическое обогащение, а если больше, то дорогое или мокрое. Избыточная влажность снижает производительность оборудования и препятствует пневматическому обогащению.

Затраты на переработку и потери возрастают с увеличением содержания мелочи: затраты на обогащение и обезвоживание классов угля крупнее 10-13 мм в 2 раза ниже, чем для мелочи и в 10 раз ниже, чем для

шлама крупностью менее 0,5-1 мм. Крупные классы угля ценятся дороже, и увеличение их выхода горным предприятием позволяет ему повысить прибыль от реализации продукции.

Низкая степень стабилизации качества сырья негативно влияет на показатели работы перерабатывающих производств, ведет к перерасходу химических реагентов в обогащении, металлургии, электроэнергии, пережогу топлива и т.д. При резких изменениях качества сырья в часовых, сменных, суточных, маршрутных подачах нарушаются технологические процессы сжигания, коксования, выплавки металла, перегонке угля и т.д. Это ведет к перерасходу технологических процессов многих потребляющих производствах, к перестройке технологических процессов, изменению режима их работы, снижению производительности предприятий либо к значительным потерям потребляемого сырья, но в любом случае ведет к повышению стоимости продукции этих производств.

Количественные и качественные потери делятся на общекарьерные и эксплуатационные. Общекарьерные потери запасов, которые проектом не предусматриваются к отработке относятся к общекарьерным (потери в целиках под сооружениями и коммуникациями, в охранных целиках вскрывающих капитальных горных выработках и др.). К эксплуатационным потерям относятся потери в процессе разработки месторождения. Эти потери различают на потери полезного ископаемого в массиве и на потери угля отделенного от массива.

К потерям полезного ископаемого в массиве относятся потери в целиках, оставляемые в соответствии с технологической схемой разработки, в кровле и почве пласта, в зонах оползней и геологических нарушений.

К потерям угля отделенного от массива относятся потери при раздельной выемке и буровзрывным работам, при экскавации, транспортировании, в места погрузки и разгрузки и т.д.

Полнота извлечения полезного ископаемого оценивается коэффициентом извлечения

$$K_u = (V_u - V_n) / V_z,$$

где V_u – объем добытого полезного ископаемого, м³; V_n – объем разубоживающей породы в добытом полезного ископаемого, м³; V_z – объем погашенных запасов, м³.

Качество угля оценивается коэффициентом изменения зольности добытого угля к его зольности в погашенных запасах. На уменьшение качественных и количественных эксплуатационных потерь влияет точность геологических материалов детальной разведки, порядок разработки месторождения, соответствие параметров элементов системы разработки типоразмерам выемочно-погрузочного оборудования и автотранспорта и т.д.

Дальнейшее снижение этих потерь может быть достигнуто внедрением в производство прямых и обратных гидравлических лопат, комплексов гидравлических и механических лопат с параметрами, соответствующими

щими горно-геологическим условиям конкретных месторождений. А также в ряде случаев внедрением навесных рыхлителей на тяжелых бульдозерах, колесных погрузчиков с большим усилием внедрения ковша на добыче из таких пластов.

Технологические процессы использования и переработки полезного ископаемого настроены на средние значения качественного состава поступающего сырья в определенный период: час, смена, сутки и т.д. Любые, особенно резкие отклонения качественного полезного ископаемого от этих средних настроенных производством значений отрицательно сказываются на работе этих предприятий. Например, при обогащении сырья с качеством более высоким, на которое настроено производство увеличиваются его потери в хвостах (шламе) и расход реагентов. При содержании качества ниже среднего уменьшается производительность предприятия по выпуску продукции, растут потери сырья, реагентов, расход электроэнергии.

Каждой марке и сорту угля предъявляются жесткие требования по качественному составу и его однородности. Таким образом, регулируемые параметры качества должны быть стабильны.

Например, для ТЭЦ это зольность, влажность, содержание видимой породы. Увеличение зольности на 1% снижает КПД электростанций на 0,3-0,4% и ускоряет примерно на 15-20% износ котлов. Крайне отрицательно сказываются колебания содержания золы в угле. Экономически оправданное колебание в порциях угля содержание золы, согласно мировой практике, составляет 1-2% [5].

Содержащаяся в топливе влага ухудшает процесс горения и понижает жаропроизводительность топлива, снижает КПД тепловых установок, резко интенсифицирует образование серной кислоты в продуктах горения. На каждый 1% влаги пережог топлива возрастает на 0,2-0,3%.

Влага приводит к смерзанию твердого топлива зимой, простоям вагонов под разгрузкой при сниженной температуре оттаивания до 120°C, штрафам за простой и т.д.

Повышенные зольность и влажность увеличивают транспортные расходы, т.к. вместо угля транспортируются и оплачиваются бесполезные перевозимые продукты.

Содержание серы взаимно усугубляет отрицательный эффект от золы и влаги в топливе. КПД электростанций снижается на 0,1% на каждые 0,1% увеличения содержания серы в связи с повышением потребления кислорода из-за ухудшения процесса горения. Приводит к интенсивной коррозии оборудования, имеющего контакт с продуктами сгорания, сокращая срок его службы в 3-5 и более раз, ускоряет износ топливоприготовительного оборудования, вызывает необходимость сооружать высокие, дорогостоящие дымовые трубы и ограничивает мощность электростанций во избежание превышения санитарной нормы сернистого ангидрида в газах. Себестоимость электроэнергии на электростанциях снижается на 1%

на каждые 0,1% снижения содержания серы [2, 5]. Удаление серы из углей это не только экономическая (сернистые соединения ежегодно уничтожают миллионы тонн чугуна и стали), но и социальная. Из-за серы ухудшаются климатические условия, увеличивается количество туманных дней в году, загрязняется атмосфера.

Под стабилизацией качества угля понимается комплекс технологических и организационных мероприятий по обеспечению постоянства химического состава и технологических свойств сырья за определенный период. Степень стабилизации качества оценивается среднеквадратичным отклонением содержания компонента от среднего значения

$$\sigma = [\text{сумма от } i = 1 \text{ до } n (a_i - a_c)^2] / (n - 1)]^{1/2},$$

где a_i и a_c – содержание компонента в i – том объеме угля в определенный период и его среднее содержание.

Стабилизация качества угля достигается его усреднением на различных стадиях в процессе производства. Степень усреднения качества характеризуется коэффициентом усреднения, который показывает во сколько раз уменьшается значение среднеквадратичного отклонения после усреднения

$$K_{\text{уср}} = \sigma_n / \sigma_y,$$

где σ_n и σ_y – среднеквадратичное отклонение содержания усредняемого компонента от среднего содержания соответственно до и после усреднения.

За счет межзабойного усреднения коэффициент усреднения достигается в пределах 1,5-2,5. Для этого предусматривается резерв производительности экскаваторов и применение мобильной выемочно-погрузочной техники, резерв добычных забоев. Усреднение на прикарьерных складах достигает 3,5 - 4, а со специальными усреднительными комплексами (стоккерами) достигает 6 – 8.

При годовом планировании горных работ решаются задачи определения порядка разработки месторождения в течение года, расчета объемов добычи и вскрыши, вскрытия горизонтов, необходимого количества основного оборудования. Годовой план разбивается поквартально (иногда помесечно) с учетом режима работы карьера по сезонам. Годовой план горных работ дополняется планами: геологоразведочных работ; буровзрывных работ, выемочно-погрузочных, транспортных и отвальных; расходов основных материалов; организационно-технических мероприятий по замене оборудования и т.д.

Общий порядок планирования горных работ ведется по минимуму текущего коэффициента вскрыши. Такой порядок планирования аналогичен для всех уровней планирования и состоит в следующем: на всех профилях откладывается несколько горизонтов понижения горных работ, рассчитываются объемы добычи, вскрыши, коэффициенты вскрыши. По периодам работы по минимуму текущего коэффициента вскрыши набирают-

ся плановые объемы добычи и вскрыши, регулируется загрузка производительности экскаваторов и транспорта, перераспределяются объемы вскрыши между экскаваторами по минимуму перегонов и обеспечения провозной способности транспорта.

Список литературы

1. Ржевский В. В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ - М: Недра, 1985. С. – 586.
2. Супрун В. И. Порядон отработки карьерных полей / В. И. Супрун, В. Б. Артемьев, П. И. Опанасенко и др./ Том 4, Открытые горные работы, Кн. 4, ООО «Киммерийский центр», М.:, 2015, с. 320.
3. Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, МПР РФ № 278 от 11.12.2006. – с. 6.
4. Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов: утв. 13.11. 2020 г. N 439/ Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Зарегистрировано в Минюсте России 18 декабря 2020 г. N 61603. – 70 с.
5. Томаков П. И. Технология механизация и организация открытых горных работ /И. К. Наумов/, М: Недра, 1986. с. – 309.