

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В.В. Ткач, Т.В. Орел
ООО «Кимкано-Сутарский Горнообогатительный комбинат»
Г. Биробиджан

Учет и контроль расходования энергоматериальных ресурсов на разных этапах технологических циклов на горно-обогатительном комбинате осуществляется с применением различных методик, основанных на анализе процессов с использованием узкоспециализированных критериев. Эксергетический анализ процесса переработки минерального сырья позволяет оценить энергопотери в технологических процессах, провести сравнительную оценку технологий, аппаратов, методов интенсификации с учетом всех энергоматериальных ресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективность, эксергия, технологический процесс, обогащение минерального сырья.

ESTIMATION OF ENERGY EFFICIENCY OF MINERAL RAW PROCESSING TECHNOLOGY

V.V. Tkach, T.V. Orel
Kimkano-Sutarskiy Mining and Processing Plant,
Birobidzhan

Accounting and control of the expenditure of energy resources at different stages of technological cycles at the mining and processing plant is carried out using various techniques based on the analysis of processes using highly specialized criteria. Exergetic analysis of the processing of mineral raw materials allows to estimate energy losses in technological processes, to make a comparative assessment of technologies, devices, and methods of intensification taking into account all energy resources.

Keywords: energy efficiency, exergy, technological process, enrichment of mineral raw materials.

Оценка энергетической эффективности технологических процессов переработки минерального сырья на горно-обогатительных предприятиях производится по различным методикам с использованием узкоспециализированных критериев. Вопросы разработки методологии оценки энергопотребления уделяется все более растущее внимание. Предложены различные методики, разработаны принципы, математические, термодинамические критерии оценки энергопотребления в технологических процессах, отдельных аппаратах, технических устройствах. Вместе с этим, обращают на себя внимание следующие недостатки методик:

– при расчетах и анализе затрат энергии на производство продукции, как правило, энергоемкость разделяют на энергетическую (электроэнергия) и топливную составляющие;

– не учитывается энергопотенциал минеральных веществ сырья и продуктов производства, технологические особенности добычи сырья, энергоэкологические воздействия производства на окружающую среду, величина и квалификационные параметры персонала, энергоемкость промышленных зданий и сооружений, машин, эксплуатационные энергозатраты и др.

Одним из методов оценки энергоемкости технологических процессов горно-обогатительного комбината может быть метод эксергетического анализа, основанный на комплексном, по возможности, полном учете энергоматериальных составляющих в едином балансе. Элементы такого анализа применяются в цементной промышленности, он является основным методом в металлургическом переделе. Технологический процесс горно-обогатительного комбината можно представить в виде блок-схемы, где:

– один вход, основной энерго-материальный поток – это введенные в процесс энергоматериальные ресурсы (E_M) такие, как рудный материал, вскрышные породы, уголь, шихтовые материалы и реагенты горно-обогатительного передела, запасные части и материалы, энергоемкость основного установленного оборудования, зданий и сооружения;

– второй вход – введенные вспомогательные потоки (E_{cp}), необходимые для преобразования, транспортировки и функционирования компонентов основного потока энергоматериальных ресурсов;

– третий вход – вводимые потоки энергетических компонентов и веществ ($E_{энерг}$) – электроэнергия, топливо, взрывчатые вещества.

Особенными и важными компонентами схемы являются вводимые потоки, связанные с трудозатратами производственного персонала предприятия ($E_{т.затр}$).

К выходным компонентам системы ($E_{вых}$) необходимо отнести совокупность газо-водо-материальных потоков ($E_{г.в.м.}$), образующихся в процессе производства, в том числе отходы обогащения ($E_{отх}$), готовая минеральная продукция ($E_{конц}$), тепловые потоки ($E_{теп}$), вторичные энергоматериальные ресурсы ($E_{втор}$).

Энергоматериальный (эксергетический) баланс технологического процесса можно представить в виде

$$E_M + E_{cp} + E_{энерг} + E_{т.затр} = E_{г.в.м.} + E_{отх} + E_{конц} + E_{теп} + E_{втор}.$$

Целевым продуктом при анализе по такой схеме является концентрат. Чем выше эксергия конечного целевого продукта системы (концентрата), тем более эффективно прошел процесс преобразования энергоматериальных потоков в технологии и продукт способен более эффективно воспринимать

воздействия в последующих технологических операциях передела ГМК. Исследования показывают, что использование методик эксергетического анализа в технологии переработки минерального сырья позволяет оптимизировать процесс, получить целевые продукты с максимальной эксергией и минимальными энергопотерями. При переработки минерального сырья с использованием только механических методов переработки общая эксергия входных потоков всегда превышает общую эксергию целевого продукта (концентрат, кусковая обогащенная руда). Эта разница является мерой термодинамической необратимости процессов, а ее количественное значение по переделам позволяет установить резервы повышения энергоэффективности.

Одним из параметров эксергетического анализа является эксергетический КПД. Эксергетический КПД системы определяется как отношение количества эксергии отведенных из системы целевых продуктов ($E_{\text{конц}}$) ко всей затраченной эксергии в технологическом процессе. В зависимости от точности оценки качества различных видов энергии эксергетический КПД является мерой степени совершенства технологического процесса. Сопоставление этого значения КПД с показателями эталонного процесса (технологического процесса аналога) можно оценить степень его совершенства и уровень технологического и энергетического резерва.

Выводы и направления научных исследований.

1. Эффективным методом оценки энергоэффективности технологического процесса обогащения минерального сырья может стать эксергетический метод термодинамического анализа. Эксергетический метод является основным для анализа металлургического производства.

2. Эксергетический анализ отдельных технологических операций, сравнение их с альтернативными способами переработки позволит оптимизировать процесс горно-обогатительного цикла на основе получения продукции с максимальной пригодностью для металлургического передела. Эксергетический метод анализа позволяет рассматривать комплексно горно-металлургический процесс на единой методологической базе.

Список литературы:

Андрющенко А.И. Методика расчета эксергетической эффективности технологических процессов и производств. Саратов: СрПИ, 1989. 68 с.

Вердиян М.А., Бобров Д.А., Адаменко О.Е. и др. Эксергетический анализ при снижении энергозатрат в технологии цемента (части 1-4) // Цемент. 1995. № 5/6. С. 35-44.

Грищенко С.Г., Сталинский Д.В., Литвиненко В.Г. Применение метода сквозной энергоемкости для анализа затрат энергоресурсов в горно-металлургическом комплексе // Металлургическая и горнорудная промышленность. 2009. № 1. С. 110-114.

Литвиненко В.Г., Майорченко В.Н., Грецкая Г.Н. и др. Определение энергоемкости металлургической продукции // Металлургическая и горнорудная промышленность. 1997. С. 90-93.

Степанов В.С., Степанова Т.Б. Эффективность использования энергии. Новосибирск: Наука, Сиб. отд, 1994. 257 с.

Szargut J., Morris D.R., Steward F.R. Exergy analysis of thermal, chemical and metallurgical processes. N.-Y.: Hemisphere, 1988.

Turner, Wayne C. Energy Management Handbook. 5 ed. Lilburn, Georgia: The Fairmont Press, Inc., 2005. P. 1-7.