

РАСЧЕТ ШИХТЫ, РЕАЛИЗУЕМЫЙ АЛГОРИТМОМ ПОДСИСТЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ НА ФАБРИКЕ ОКОМКОВАНИЯ

С. В. Мошенский, асп. (НПК «КИА»)

Розглянуто питання розрахунку шихти, який ґрунтується на розв'язанні системи двох лінійних рівнянь: рівняння матеріального балансу і рівняння підтримки заданого вмісту заліза або заданої основності шихти. Алгоритм, що виконує розрахунок шихти для виробництва залізорудних офлюсованих окатишів може бути використаний при автоматизованому формуванні шихтових матеріалів у гірничо-металургійній та будівельній промисловості.

Для получения железорудных офлюсованных окатышей на фабрике окомкования ОАО «Михайловский ГОК» в конце 90-х годов прошлого столетия использовались следующие шихтовые материалы: концентрат, известняк, бентонит. Обеспечение фабрики исходным сырьем осуществлялось следующим образом: концентрат подавался с обогатительной фабрики конвейерным транспортом в расходные бункера фабрики окомкования, а известняк и бентонит доставлялись на фабрику железнодорожным транспортом. Поступающее исходное сырье должно соответствовать паспортным данным, требования к качеству концентрата регламентируется внутренними техническими условиями.

Дозирование компонентов шихты на сборный конвейер обычно осуществляется дозаторами ленточного типа в такой последовательности: концентрат – известняк – бентонит. Дозировка – весовая, автоматическая и индивидуальная для каждого окомкователя. Основная задача этой технологической операции заключается в правильном и точном дозировании компонентов. Точность дозирования обеспечивается работой основного оборудования, а правильность дозирования – расчетом шихты.

Автоматизированное функционирование алгоритма управления процессом дозирования в АСУТП фабрики окомкования заключается в расчете шихты и коррекции результатов расчета при отклонениях химического состава компонентов от заданных значений. В основу расчета положена существующая методика, принятая на фабрике окомкования с учетом опыта расчета агломерационной шихты [1]. Расчет шихты основан на решении системы двух линейных уравнений: уравнения материального баланса и уравнения поддержания заданного содержания железа или заданной основности шихты.

Уравнение материального баланса

$$(100 - \Pi_K)q'_K + (100 - \Pi_I)q'_I + (100 - \Pi_B)q'_B + \frac{\text{FeO}_K q'_K}{9} - \frac{\text{FeO}_{\text{OK}} q_{\text{OM}}}{9n_{\text{OK}}} = \frac{q_{\text{OM}}}{n_{\text{OK}}} 100, \quad (1)$$

где $\Pi_K, \Pi_{И}, \Pi_B$ – потери при прокаливании концентрата, известняка и бентонита, %; FeO_K и FeO_{OK} – содержание FeO в концентрате и обожженных окатышах, %; $q'_K, q'_{И}, q'_B$ – расход сухого концентрата, известняка и бентонита соответственно, т/ч; q_{OM} – производительность обжиговой машины, т/ч; n_{OK} – количество работающих окомкователей, шт.

На основании статистических данных работы фабрики окомкования были приняты следующие значения:

$$\Pi_K = 0,5; \Pi_B = 10; \Pi_{И} = 42; FeO_{OK} = 1; q'_B = 0,005 q'_K.$$

При этих значениях уравнение (1) принимает вид

$$\left(100 + \frac{FeO_K}{9}\right)q'_K + 58q'_{И} = \frac{900 + FeO_{OK}}{9n_{OK}} \cdot q_{OM}. \quad (2)$$

Уравнение поддержания заданного содержания железа:

$$(100 - \Pi_K)Fe_K q'_K + (100 - \Pi_{И})Fe_{И} q'_{И} = \frac{q_{OM}}{n_{OK}} Fe_3, \quad (3)$$

где Fe_K и $Fe_{И}$ – содержание Fe соответственно в концентрате и известняке, %; Fe_3 – заданное содержание Fe в обожженных окатышах, %.

С учетом Π_K и $\Pi_{И}$ уравнение (3) примет вид

$$99,5 Fe_K q'_K + 58Fe_{И} q'_{И} = \frac{q_{OM}}{n_{OK}} Fe_3. \quad (4)$$

Уравнение поддержания заданной основности:

$$B_3 = \frac{(CaO_K + MgO_K)(100 - \Pi_K)q'_K + (CaO_{И} + MgO_{И})(100 - \Pi_{И})q'_{И} + SiO_{2K}(100 - \Pi_K)q'_K + SiO_{2И}(100 - \Pi_{И})q'_{И} + SiO_{2B}(100 - \Pi_B)q'_B + (CaO_B + MgO_B)(100 - \Pi_B)q'_B}{SiO_{2K}(100 - \Pi_K)q'_K + SiO_{2И}(100 - \Pi_{И})q'_{И} + SiO_{2B}(100 - \Pi_B)q'_B}, \quad (5)$$

где $CaO_K, CaO_{И}, CaO_B$ – содержание CaO соответственно в концентрате, известняке и бентоните, %; $MgO_K, MgO_{И}, MgO_B$ – содержание MgO соответственно в концентрате, известняке и бентоните, %; $SiO_{2K}, SiO_{2И}, SiO_{2B}$ – содержание SiO_2 соответственно в концентрате, известняке и бентоните, %; B_3 – заданная основность обожженных окатышей.

Учитывая $\Pi_K, \Pi_{И}$ и Π_B и преобразовав уравнение (5), получим

$$\left[(CaO_K + MgO_K - B_3 SiO_{2K})99,5 + (CaO_B + MgO_B - B_3 SiO_{2B})0,45\right] + (CaO_{И} + MgO_{И} - B_3 SiO_{2И})58q'_{И} = 0. \quad (6)$$

После решения системы линейных уравнений (2) и (4) или (2) и (6) необходимо произвести пересчет найденного расхода компонентов с учетом их влажности:

$$q = \frac{100 \cdot q'}{100 - W}, \quad (7)$$

где W – влажность компонентов.

Управление процессами дозирования шихты предусматривает коррекцию расхода концентрата для стабилизации заданного содержания железа в шихте ($Fe_{ШЗ}$), определяемого по формуле [2]:

$$Fe_{ШЗ} = \frac{Fe_K \cdot q_K + Fe_{И} \cdot q_{И} + Fe_B \cdot q_B}{q_K + q_{И} + q_B}, \quad (8)$$

где q_K , $q_{И}$, q_B – расход соответственно концентрата, известняка и бентонита с учетом их влажности, т/ч; Fe_B – содержание Fe в бентоните, %.

При автоматизированном дозировании шихты осуществляется также коррекция расхода известняка для получения окатышей заданной основности, которая определяется по формуле

$$B_{ШЗ} = \frac{(CaO_K + MgO_K)(q_K + \Delta q_K) + (CaO_{И} + MgO_{И})q_{И} + (CaO_B + MgO_B)q_B}{SiO_{2K}(q_K + \Delta q_K) + SiO_{2И}q_{И} + SiO_{2Б}q_B}, \quad (9)$$

где $B_{ШЗ}$ – заданная основность шихты; Δq_K – приращение расхода концентрата, т/ч.

Состав шихты рассчитывается автоматически и корректируется в зависимости от изменения химического состава ее компонентов. Расчет шихты, его корректировка и выдача результатов производится по текущим данным химических анализов компонентов с дискретностью функционирования подсистемы пробоотбора, доставки и химического анализа шихты – один раз в 15 минут.

При первоначальном запуске линии окомкования алгоритм начинает работу по инициативе оператора–технолога при наличии ручного или автоматического ввода данных о химическом составе компонентов шихты, находящихся на складе, и заданных значений технологических параметров. Если исходные данные не введены, алгоритм выдает сообщение «Ввести исходные данные». При этом должен быть предварительно произведен ручной ввод данных о заданной производительности обжиговой машины и количестве работающих на линии окомкователей. При отклонении рассчитанного расхода компонентов шихты, содержания железа или основности готовых обожженных окатышей от технологической нормы оператор–технолог принимает решение перевести управление дозированием шихты на локальное поддержание заданного расхода каждого компонента либо заданных соотношений концентрат/известняк и концентрат/бентонит.

В перечень входной информации подсистемы управления процессами дозирования шихты входят сигналы, поступающие с датчиков и устройств измерения технологических параметров и состояния оборудования на участке дозирования фабрики окомкования. С пульта оператора–технолога поступает информация о результатах ручных химических анализов при сбое автоматической системы пробоотбора, доставки и химического анализа шихты. Одновременно непрерывно контролируются параметры локальных систем регулирования (автоматической загрузки бункеров известняка, концентрата и бентонита; дозирования концентрата; дозирования возврата на линии

окомкования и поддержания заданных соотношений концентрат/известняк и концентрат/бентонит).

Следует отметить, что данная подсистема, кроме расчета состава шихты, выполняет следующие функции: формирование и выдача управляющих воздействий в локальные системы регулирования; корректировка состава шихты при изменении химического состава концентрата; формирование и выдача управляющих воздействий в подсистему загрузки концентрата в приемные бункера при изменении химического состава концентрата.

В результате выполнения подсистемой этих задач получают расчетные значения удельного и текущего расхода компонентов шихты. Полученные значения формируются и выдаются в виде уставок регуляторам соответствующих локальных систем. Одновременно результаты решения в табличной форме выдаются на пульт технолога.

Алгоритм, реализующий приведенный выше расчет шихты для производства железорудных офлюсованных окатышей, может быть применен с учетом конкретных особенностей при автоматизированном формировании шихтовых материалов в горно-металлургической и строительной промышленности, например при производстве аглопарита, где большое значение имеет стабилизация аглопаритной шихты за счет точного дозирования ее компонентов [3].

1. Вегман Е. Ф. Окускование руд и концентратов. – М: Metallurgy, 1968. – 258 с.

2. Богаенко И. Н., Бурляй И. Ю., Грабовский Г. Г. и др. Разработка и проектирование АСУТП фабрик окомкования горнообогатительных комбинатов. – К.: НВК «КИА», 2002. – 228 с.

3. Гончарик В. Н., Бензарь В. К. Некоторые вопросы автоматизации производства аглопарита // Проблемы автоматизации агломерационного производства. – К.: Институт автоматики. – 1973. – С. 280–285.