

УДК669.162.22.004.12

В.И.Большаков, В.С.Листопадов, Н.А.Гладков, И.Г.Муравьева**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА И ЗАГРУЗКИ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Установлена взаимосвязь критериев качества сырья и режима загрузки шихтовых материалов. Взаимосвязь двух критериев может быть использована для оптимизации распределения шихтовых материалов, что подтверждено на примере корректировки программы загрузки на ДП-9 ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», вызванной заменой окатышей СевГОКа с высоким критерием качества окатышами ПГОКа, для которых характерно меньшее значение критерия качества.

Постановка задачи.

В ранее выполненных исследованиях показано, что экспериментально определяемые и рассчитываемые показатели свойств железосодержащих материалов объединяются в единый критерий качества сырья [1], а соотношение показателей, регламентирующих режим загрузки, связано критерием загрузки [2]. Информативность данных о состоянии процесса и возможности повышения эффективности плавки увеличиваются при комплексном использовании этих двух критериев, для чего необходимо установить их взаимосвязь.

Изложение основных материалов исследования.

Достижение планируемых показателей плавки определяется рациональным составом доменной шихты, свойствами и ситовым составом железорудных материалов. Гранулометрический состав сырья определяет перепад давления газа в столбе шихты (ΔP , кПа). Существенное влияние на развитие процессов восстановления, теплообмена и газодинамики оказывает количество и свойства мелкой рудной фракции в столбе шихты. Важно установить взаимосвязь ΔP и количества мелочи с обобщающим показателем качества железорудных материалов – критерием качества $K_R^{ж.м.}$. Расчетно-аналитические исследования позволили установить зависимость изменения перепада давления газа в слое железорудных окатышей от критерия их качества, которая может быть представлена степенной функцией (рис.1):

$$\Delta P^c = 91,34 \left(K_R^{ж.м.} \right)^{-0,304} \quad (1)$$

Изменение перепада давления газа в слое шихты в зависимости от критерия качества железорудных материалов следует учитывать при выборе программ загрузки материалов в печь. Для этого необходимо установить взаимосвязь критерия качества и критерия, характеризующего распределение шихтовых материалов в зависимости от используемой программы загрузки.

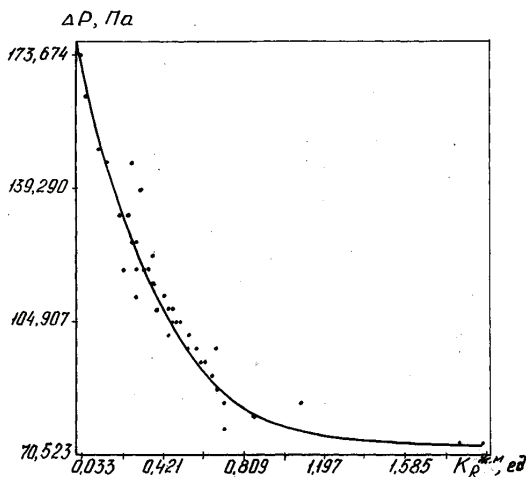


Рис.1. Зависимость изменения перепада давления газа в слое железорудных окатышей от критерия их качества.

Взаимосвязь критериев качества сырья и режима загрузки может быть установлена следующим образом. Выражение критерия загрузки [2], включающего перепад давления в слое шихты:

$$K_R^3 = \Pi \frac{l_{\text{ось}}}{l_{\text{пер}}} \cdot \frac{Q_{\text{к.г.}}}{F_{\text{к}}} \cdot \frac{P_{\text{к.г.}}}{\Delta P} \cdot \frac{1}{V_{\text{сх}}}, \quad (2)$$

где: $l_{\text{ось}} / l_{\text{пер}}$ – отношение величин отдушин у оси и на периферии колошника, ед.;

$\Pi = (l_{\text{ц.т.}} / r_{\text{к}}) (R_{\text{ср}} / R_{\text{вз}})$ – параметр загрузки;

$$l_{\text{ц.т.}} = \frac{\sum_1^i (R_i \cdot l_i)}{\sum_1^i R_i};$$

$$R_{\text{вз}} = \frac{\sum_1^i (R_i \cdot l_i)}{\sum_1^i l_i};$$

$l_{\text{ц.т.}}$ и $r_{\text{к}}$ – расстояние от оси до точки положения центра тяжести рудной нагрузки и радиус колошника, м;

R_i – рудная нагрузка в i -той кольцевой зоне колошника, ед.;

l_i – расстояние от оси печи до середины i -той кольцевой зоны, м.;

$R_{\text{ср.}}$, $R_{\text{вз.}}$ – средняя по печи и средневзвешенная (расположенная в центре тяжести) рудная нагрузка, ед.;

$P_{\text{к.г.}}$, $Q_{\text{к.г.}}$ – давление и выход колошникового газа;

$V_{\text{сх}}$ – скорость схода материалов в печи, м/мин.;

$F_{\text{к}}$ – площадь колошника, м²

при прочих равных условиях может быть представлено в виде:

$$K_R^3 = \theta \cdot P_{\text{к.г.}} / \Delta P^c, \quad (3)$$

$$\text{где: } \theta = \Pi \cdot \frac{l_{\text{омд}}^{\text{ось}}}{l_{\text{омд}}^{\text{неп}}} \cdot \frac{Q_{\text{кз}}}{F_{\text{к}}} \cdot \frac{1}{V_{\text{сх}}}.$$

Подставляя в это выражение значение ΔP из выражения (1), получим:

$$K_R^3 = \theta P_{\text{к.з.}} \cdot \frac{1}{91,34 (K_R^{\text{ж.м.}})^{-0,304}} \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, при изменении качества шихтовых материалов для обеспечения высокой эффективности плавки целесообразно изменять распределения рудных нагрузок по радиусу колошника, что может быть обеспечено соответствующей корректировкой программы загрузки. В каждом конкретном случае с учетом критерия качества железорудных материалов можно устанавливать рациональное распределение шихты за счет направленного изменения показателей, определяющих величину критерия загрузки.

В качестве примера использования установленной взаимосвязи двух критериев для оптимизации распределения шихтовых материалов рассмотрен вариант корректировки программы загрузки на ДП-9 ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», что было вызвано заменой окатышей СевГОКа полностью офлюсованных, либо с повышенной степенью офлюсования и высоким критерием качества $K_R^{\text{ж.м.}} = 0,339$, окатышами с недостаточным офлюсованием – Полтавского ГОКа, для которых значение критерия качества $K_R^{\text{ж.м.}} = 0,09$. Для сопоставления выбраны периоды работы печи 16.10.04 г. (загружались окатыши СевГОКа) и 05.10.06 г. (загрузка Полтавских окатышей). В эти периоды в печь загружалось 30% окатышей в составе железосодержащей шихты. До начала использования окатышей ПГОКа печь устойчиво работала с плановыми производительностью и расходом кокса. Загрузка и распределение шихтовых материалов выполнялись по программе: 1 – К 3-1, 2 – АШо 9-6, 3 – К 8-5, 4 – АО 9-3, 5 – КО 3-1, 6 – КШо 8-4, 7 – АО 8-4, 8 – К 8-4, 9 – АО 9-3. После полного перехода к использованию в шихте окатышей ПГОКа в августе 2006 г. печь стала работать неустойчиво, увеличился перепад давления, наблюдалось похолодание печи, увеличился на 25-39% расход кокса. В результате выполненного руководством цеха совместно с сотрудниками ИЧМ анализа влияния показателей качества окатышей на изменение режима работы печи разработана программа загрузки следующего вида: 1 – К 8-4, 2 – АОШо 9-3, 3 – К 8-4, 4 – АОШо 9-3, 5 – КШо 2-1, 6 – К 8-4, 7 – АОШо 9-3, 8 – К 8-4, 9 – АОШо 9-3, 10 – КО 2-1. Это позволило при изменении критерия качества обеспечить лучшее распределение шихтовых материалов и несколько уменьшить потери от ухудшения качества шихты. При расчете для обеих программ значений средней рудной нагрузки с исполь-

зованием выражений (2) и (4) в качестве исходных задавались значения давления колошниковога газа для этих периодов и средней скорости опускания шихты, рассчитанные с помощью радиолокационной системы измерения профиля поверхности засыпи: $P_{кр1} = 1,2$ ати и $P_{кр2} = 1,4$ ати; $V_{ш1} = 0,08$ м/мин. и $V_{ш2} = 0,075$ м/мин. Для этих двух периодов с помощью математической модели радиального распределения шихтовых материалов, разработанной в ИЧМ, были рассчитаны значения рудных нагрузок в равновеликих зонах колошника (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Распределение рудных нагрузок в равновеликих зонах колошника, характерное для работы ДП-9 16.10.04 г.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,168	4,285	4,706	4,405	4,220	3,575	3,321	3,618	4,018	4,174

Таблица 2. Распределение рудных нагрузок в равновеликих зонах колошника, характерное для работы ДП-9 05.10.06 г.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,331	3,791	2,984	3,005	3,33	4,181	4,573	4,677	4,762	4,844

С помощью выражения (4) после подстановки в него приведенных выше значений входящих в его состав параметров, рассчитано соотношение средних рудных нагрузок для обоих периодов, составившее 0,92, позволяющее обеспечить сохранение постоянным значения критерия загрузки при уменьшении значения критерия, характеризующего качество сырья.

Рассчитанные с помощью выражения (5) значения средних рудных нагрузок [3] для обоих периодов соответственно составили $R_{ср1} = 3,8$ и $R_{ср2} = 3,57$, т.е. средние нагрузки в период использования в составе шихтовых материалов Полтавских окатышей уменьшились по сравнению с периодом работы печи на окатышах СевГОК в 0,94 раза.

$$R_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{R_i \cdot \delta_i}{1 + R_i}}{1 - \sum_{i=1}^n \frac{R_i \cdot \delta_i}{1 + R_i}}, \quad (5)$$

где δ_i - доля объема материала, загруженного за цикл в i -ую кольцевую зону в частях от общего объема материала за цикл, ед; R_i - частная рудная нагрузка в i -ой кольцевой зоне; γ - отношение насыпных масс железосодержащих материалов и кокса.

Относительно небольшое уменьшение рудных нагрузок позволяет заключить, что изменение программы загрузки при использовании в шихте

Полтавских окатышей позволило сохранить на прежнем уровне показатели распределения шихты, характеризуемые критерием загрузки.

Аналогичные исследования по установлению зависимости изменения перепада давления газа в слое, образованном в результате выгрузки смеси агломерата и окатышей при различном их количественном соотношении от критерия качества позволили установить его взаимосвязь с ΔP , которая может быть представлена степенной функцией (рис.2):

$$\Delta P^c = 79(K_R^{ж.с.м.})^{-0,5} \quad (6)$$

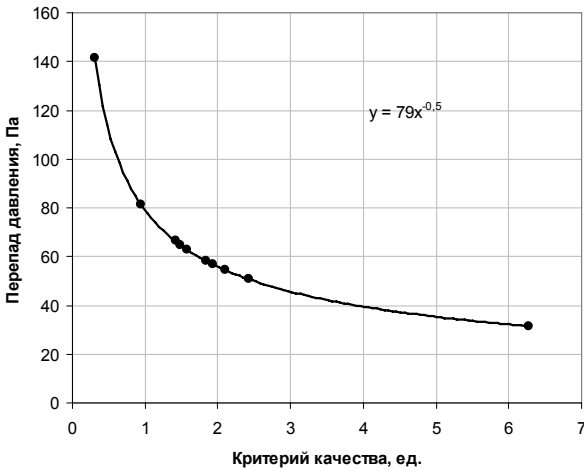


Рис.2. Зависимость изменения перепада давления газа в слое смеси агломерата и железорудных окатышей от критерия их качества.

Выводы. Зависимость изменения перепада давления газа в слое смеси агломерата и железорудных окатышей

от критерия их качества (1), (6), как показано на примере изменения свойств используемых в шихте окатышей, может быть полезна при выборе программы загрузки материалов в печь.

Установленная взаимосвязь критериев качества и загрузки позволяет при изменении качества шихтовых материалов рассчитывать рациональные параметры распределения шихтовых материалов по радиусу печи. Учет взаимосвязи критериев качества сырья и режима загрузки позволит обеспечить эффективное ведение доменной плавки при заданных или складывающихся параметрах качества шихтовых материалов.

1. *Большаков В.И., Гладков Н.А.* Критерий качества железорудных материалов // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. - 2000. - №1. - С.5-9.
2. *Критерий режима загрузки* / В.И.Большаков, Н.А.Гладков, С.Т.Шулико и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2001. – №6. – С.9-11.
3. *Способ* ведения доменной плавки. А.С.N 1349256 (СССР) от 4.10.85 / В.И.Большаков, Ф.М.Шутылев.

Статья рекомендована к печати докт.техн.наук, профессором И.Г.Товаровским