

К ВОПРОСУ ОБ ОБОСНОВАНИИ НЕОБХОДИМОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО СОГЛАСОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЕЙ ШИХТОВОГО И СПЕКАТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЙ АГЛОФАБРИКИ*

В. И. Кириллов

Киев

В результате случайного характера процесса спекания агломерационной шихты, остановок агломерационных машин для устранения вредных прососов при выпадании колосников или неисправностей в электромеханическом хозяйстве и т.п. потребность спекательного отделения в шихте непрерывно изменяется.

Заранее предусмотреть направление изменения (за исключением редких случаев планового ремонта) практически невозможно. Моменты изменения производительности шихтового отделения и величина этих изменений определяется персоналом аглофабрики интуитивно. В результате буферные емкости спекательного отделения работают в режиме случайно «плавающего» уровня [1, 2], в результате чего возможны разрывы потока шихты и переполнение бункеров спекательного отделения шихтой [3, 4, 5].

Начиная с 1960 г., возмущениям в составе агломерата, обусловленным ручными методами согласования производительности шихтового отделения с потребностью спекательного, уделялось большое внимание, несмотря на это, они в настоящее время изучены недостаточно. Этим вопросам и посвящается настоящая статья.

Рассмотрим упрощенную технологическую схему цепи аппаратов агломерационной фабрики (рис. 1). Из отделения подготовки шихты в приемные бункеры шихтового отделения 1 поступают различные компоненты шихты, которые дозируются в определенном соотношении и сборным транспортером 2 направляются в первичный смеситель 3. Туда же поступает и возврат**, который является необходимым циркулирующим элементом производства агломерата, очень влияющим на ход процесса спекания. В первичном смесителе происходит частичное выравнивание концентраций отдельных компонентов в объеме шихты. Системой наклонных конвейеров 4 шихта доставляется в спекательное отделение к распределителю шихты 5, который, работая в переключающем режиме, направляет весь поток шихты в разные бункеры 6 попеременно. В общем случае один поток шихтового отделения обслуживает n бункеров спекательного отделения (для аглофабрик СССР $n \leq 3$). Далее по схеме следует n аналогичных потоков по доставке шихты к аглоленте. Во

* Работа выполнена под руководством А. Г. Астахова.

** Имеются в виду фабрики, где используется «холодный» возврат.

вторичном смесителе 7 концентрации компонентов еще более выравниваются и системой загрузки 8 шихта укладывается на аглоленту 9. При спекании шихты образуется товарный агломерат, направляющийся потребителю, и возврат, представляющий собой смесь мелкого агломерата и

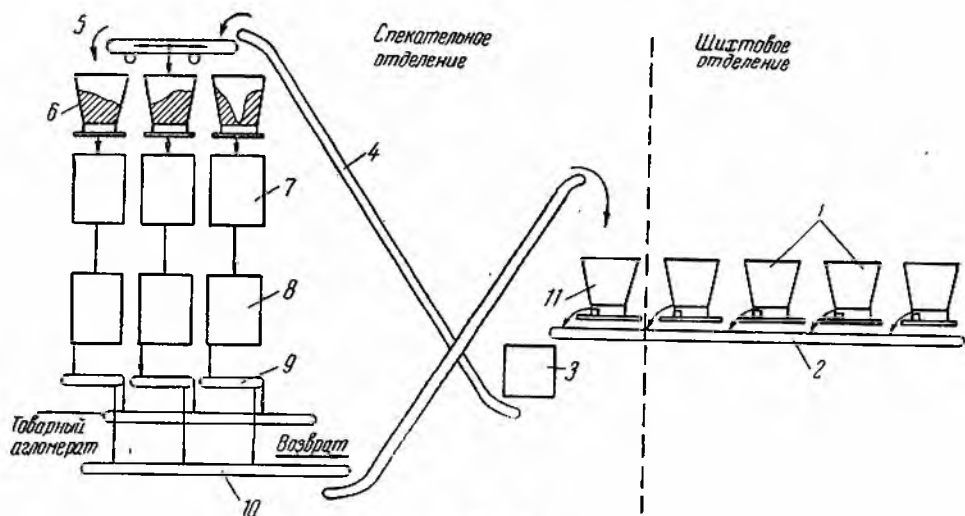


Рис. 1.

неспеченной шихты. Возврат системой конвейеров 10 направляется в бункер возврата 11, откуда дозируется в шихту как обычный компонент.

Из анализа схемы цепи аппаратов становится ясно, что шихтовое отделение призвано решать две основные задачи:

1) составление шихты из компонентов, взятых в определенном соотношении;

2) снабжение спекательного отделения нужным количеством шихты.

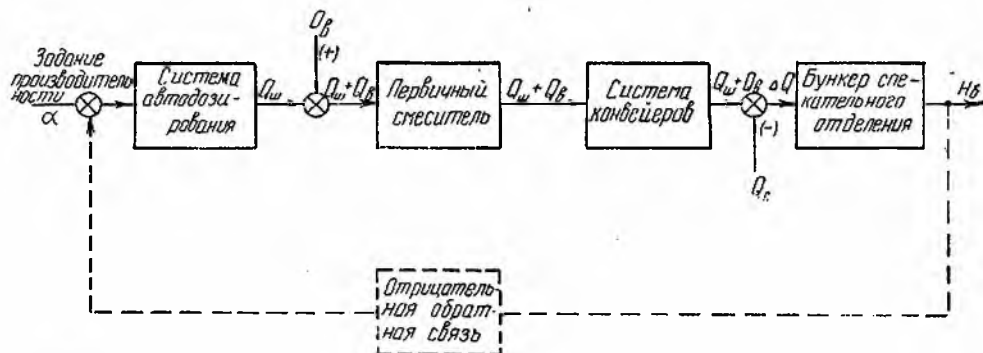


Рис. 2.

Рассмотрим более подробно причины и характер возмущений процесса снабжения спекательного отделения определенным количеством шихты. Упрощенная структурная схема системы снабжения шихтой при $n = 1$ (распределитель шихты отсутствует) представлена на рис. 2.

Система дозирования шихты в целом относительно производитель-

ности шихты $Q_{\text{ш}}(t)$ и угла поворота рукоятки задатчика $\alpha(t)$ является инерционным звеном и может быть описана уравнением

$$W_c(p) = \frac{Q_{\text{ш}}(p)}{\alpha(p)} = \frac{K_c(p)}{T_c p + 1}, \quad (1)$$

где $W_c(p)$ — передаточная функция системы дозирования;
 $Q_{\text{ш}}(p)$, $\alpha(p)$ — изображения по Лапласу функций $Q_{\text{ш}}(t)$ и $\alpha(t)$ соответственно;

$K_c(p)$ — коэффициент передачи системы;

T_c — постоянная времени системы.

Передаточную функцию первичного смесителя аппроксимируем аperiodическим звеном первого порядка [6]

$$W_{c.6}(p) = \frac{1}{T_{c.6} p + 1}, \quad (2)$$

где $T_{c.6}$ — постоянная времени смесительного барабана.

Система конвейеров является звеном чистого запаздывания, ее можно представить следующим образом:

$$W_k(p) = e^{-p\tau}, \quad (3)$$

где τ — время движения секундного расхода шихты по системе конвейеров.

Бункер спекательного отделения относительно высоты уровня шихты в бункере $H(t)$ и разности между приходом и расходом шихты равен

$$\Delta Q(t) = Q_{\text{ш}}(t) + Q_{\text{в}}(t) - Q_{\text{с}}(t), \quad (4)$$

где $Q_{\text{с}}(t)$ — секундное потребление шихты спекательным отделением, являющейся интегрирующим звеном с передаточной функцией

$$W_6(p) = \frac{H(p)}{\Delta Q(p)} = \frac{K_6(p)}{p}, \quad (5)$$

где $K_6(p)$ — коэффициент передачи бункера.

В качестве выходной величины взята высота уровня шихты в бункере, так как задачу снабжения спекательного отделения шихтой можно трактовать как задачу поддержания уровня шихты в бункерах спекательного отделения в определенных пределах. Иначе говоря, в шихтовом отделении совершенно не имеет значения (с точки зрения решения второй задачи), сколько машин в данное время потребляет шихту, как идет процесс спекания и т.п., важно лишь, чтобы в каждом из бункеров спекательного отделения было достаточное количество шихты, чтобы не допускались как разрывы потока шихты при улучшении процесса спекания и понижении среднего уровня шихты, так и завалы бункеров при ухудшении процесса спекания или остановке одной-двух агломашин. Такой подход к задаче снабжения спекательного отделения шихтой позволяет сформулировать ее как задачу стабилизации уровня шихты в бункерах спекательного отделения.

Анализируя структурную схему системы и соответствующие ей уравнения (1)–(5), можно записать общую передаточную функцию системы снабжения спекательного отделения шихтой в виде

$$W_0(p) = \frac{H_6(p)}{\alpha(p)} = \frac{K_c(p) K_6(p)}{p (T_c p + 1) (T_{c.6} p + 1)} e^{-p\tau}. \quad (6)$$

Очевидно, что такая система в разомкнутом состоянии является неустойчивой [7]. Действительно, если $Q_{\text{ш}} + Q_{\text{с}} \neq Q_{\text{в}}$, то $\Delta Q \neq 0$, и высота уровня шихты в бункере непрерывно растет, если $\Delta Q > 0$, и уменьшается, если $\Delta Q < 0$.

Следует заметить, что неустойчивость системы (6) усугубляется следующими факторами.

1. Случайным характером изменения потребности спекательного отделения в шихте Q_c . Эта потребность является импульсно-непрерывной случайной функцией времени, причем импульсные возмущения могут достигать 60%, непрерывные — до 20—25% среднего значения Q_c .

2. Случайным характером изменения производительности по возврату $Q_v(t)$, зависящей от хода процесса спекания.

3. Транспортными запаздываниями, достигающими нескольких десятков минут.

4. Наличием нескольких потребителей шихты, обслуживаемых одной системой дозирования ($1 \leq n \leq 3$).

5. Положительной обратной связью по качеству возврата Q_v : при ухудшении процесса спекания возрастает количество, но падает качество возврата, средний уровень шихты в бункерах спекательного отделения повышается, работа на слежавшейся шихте с возвратом шихты низкого качества приводит к дальнейшему ухудшению процесса спекания и т. д.

На фабриках неустойчивость системы снабжения спекательного отделения шихтой приводит к переполнению бункеров спекательного отделения шихтой и образованию завалов, ликвидация которых вызывает простой агломашин, а также к разрывам потока шихты, что вызывает остановки агломашин.

Помимо этого, при работе бункеров спекательного отделения в режиме «плавающего» уровня образуются «зависания» материала в них, которые увеличивают число переполнений бункеров и остановок агломашин в результате нехватки шихты, так как уменьшается рабочая величина буферных емкостей, и, следовательно, увеличивается коэффициент передачи бункера

$$K_6 = \frac{V_{cp}}{S_{cp}} \text{ м/кг}, \quad (7)$$

где V_{cp} — средний удельный объем шихты в бункере, $\text{м}^3/\text{кг}$,

S_{cp} — средняя рабочая площадь поперечного сечения бункера, м^2 .

В подвисших объемах материал охлаждается, нарушая (при обрушении) температурную равномерность потока шихты. Высыхание зависшего материала приводит к появлению в шихте участков с низкой температурой и влажностью, что отражается на процессе спекания.

Отсутствие доброкачественной обратной связи между шихтовым и спекательным отделениями приводит затем к неполному использованию агломератчиками создающихся возможностей (при улучшении процесса спекания) для увеличения скорости аглоленты или высоты слоя из-за опасения, что не хватит шихты в бункерах спекательного отделения и возникает разрыв потока шихты.

Периодическое заполнение бункеров шихтой и последующее медленное опорожнение их вызывает сегрегацию шихты (перераспределение мелких частиц), что также нарушает процесс спекания [8].

На многих аглофабриках страны ручное согласование производительности шихтового отделения с потребностью спекательного (отрицательная обратная связь между спекательным и шихтовым отделением) осуществляется машинистом распределителя шихты путем подачи команд дозирущику шихты на увеличение и уменьшение общего груза или на остановку и на пуск всего тракта подачи шихты. Определение момента изменения производительности шихтового отделения и величины этого изменения или моментов пусков и остановок потока производится интуитивно, поэтому зачастую вслед за командой на уменьшение произво-

дительности шихтового отделения (остановку тракта подачи шихты) подается команда на увеличение производительности (пуск тракта подачи). Это увеличивает отрицательное влияние нарушенных соотношений компонентов при передозировках или в «хвостах» (при пусках и остановках тракта подачи) на качестве агломерата и ход процесса спекания и еще более «раскачивает» всю систему снабжения спекательного отделения шихтой.

Чтобы не допустить разрывов потока шихты, приходится поддерживать производительность шихтового отделения выше среднего значения. Это приводит к полному заполнению бункеров спекательного отделения шихтой до 60—70% времени. Это означает, что большую часть времени агломашины работают на остывшей и слежавшейся шихте, в результате чего производительность агломашины значительно понижается [9].

Примерные расчеты показывают, что общая потеря производительности агломашиной от действия всех указанных выше факторов для различных аглофабрик различна и составляет 1,5—3%.

ВЫВОДЫ

1. Существующая система снабжения спекательного отделения шихтой не может обеспечить стабилизации среднего уровня шихты в бункерах перед вторичными смесителями.

2. Из-за несогласованности работы шихтового и спекательного отделения возникают своеобразные возмущения в процессе производства агломерата, приводящие в конечном счете к снижению производительности агломашиной и ухудшению качеств агломерата.

3. Для устранения разрывов потока шихты путем стабилизации среднего уровня шихты в бункерах спекательного отделения необходима разработка автоматической обратной связи между спекательным и шихтовым отделениями аглофабрики.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. И. Гриценко, В. Н. Шелестов и др. Система автоматического управления загрузкой бункеров. Сб. «Автоматизация агломерационного производства». Изд-во «Техніка», Киев, 1966.
2. С. А. Семьин, А. В. Кошляков. Опыт измерения уровня шихты в загрузочных бункерах аглофабрики зондовыми уравнимерами. Сб. «Автоматизация агломерационного производства». Изд-во «Техніка», Киев, 1966.
3. А. И. Буров и др. Автоматизация агломерационных цехов цветной металлургии. Изд-во «Металлургия», 1965.
4. А. Г. Астахов, Н. В. Федоровский. Автоматизация процессов окускования железных руд и концентратов. Изд-во «Техніка», Киев, 1965.
5. М. Г. Агабеков и др. Автоматическое весовое дозирование шихтовых материалов в агломерационном производстве. Изд-во «Техніка», Киев, 1965.
6. А. Г. Астахов и др. Анализ работы узла весового дозирования. Сб. «Автоматизация агломерационного производства». Изд-во «Техніка», 1966.
7. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического регулирования. Изд-во «Наука», 1966.
8. Х. П. Зайцев, А. И. Мачковский. Организация и планирование агломерационных фабрик. Металлургиздат, 1959.
9. А. М. Парфенов. Агломерация железных руд. Металлургиздат, 1954.