

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОДОЗИРОВАНИЕМ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ

В. И. Кириллов

Киев

Агломерационные фабрики обеспечивают доменные цехи высококачественным офлюсованным агломератом, имеющим узкие колебания основности $R_a = \text{CaO} : \text{SiO}_2$. Для удовлетворения этого требования агломерационному технологу необходимо компенсировать два рода возмущений:

- 1) возмущения качественного характера — неоднородность химического состава компонентов аглошихты;
- 2) возмущения количественного характера, которые приводят к нарушению весовых соотношений между компонентами аглошихты.

Первые устраняются целесообразным режимом усреднения химического состава каждого компонента, вторые — применением системы автодозирования, управляемой автоматически со стороны спекательного отделения аглофабрики.

Для условий аглофабрики НКГОКа разработана такая система*.

С целью решения основной задачи система автодозирования выполнена по схеме следящей САР. Наиболее неравномерно сходящий компонент (концентрат) стабилизируется отдельным регулятором, сигнал с датчика которого является заданием для регуляторов ведомых компонентов. При случайных «пиках» или «провалах» в выдаче концентрата регуляторы ведомых компонентов соответственно изменяют число оборотов их тарелей питателей таким образом, что всегда поддерживается постоянным соотношением «компонент—концентрат», определенное и установленное старшим дозирующим.

Вторая задача — обеспечение спекательного отделения требуемым количеством шихты — решена введением обратной связи между бункерами шихты в спекательном отделении и задатчиком производительности концентрата в системе автодозирования. В процессе разработки обратная связь дополнялась различными схемами и устройствами, улучшающими показатели работы системы автодозирования; в законченном виде она представляет собой систему автоматического управления автодозированием агломерационной шихты (рис. 1). Кроме указанных на рисунке узлов, система управления содержит: блок питания; систему датчиков уровня шихты и работающих агломашин; схему поочередного переключения компонентов (СПП); схему автоматического управления числом работающих бункеров ведущего компонента (САУЧ); схему

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук А. Г. Астахова.

автоматического изменения проходного сечения питателей компонентов (САИПС); сигнальное табло.

Система работает следующим образом. Входными сигналами являются состояния реле датчиков верхних и нижних уровней шихты в бункерах спекательного отделения (принцип регулирования по отклонению) и состояния реле, заблокированных с питателями агломашины

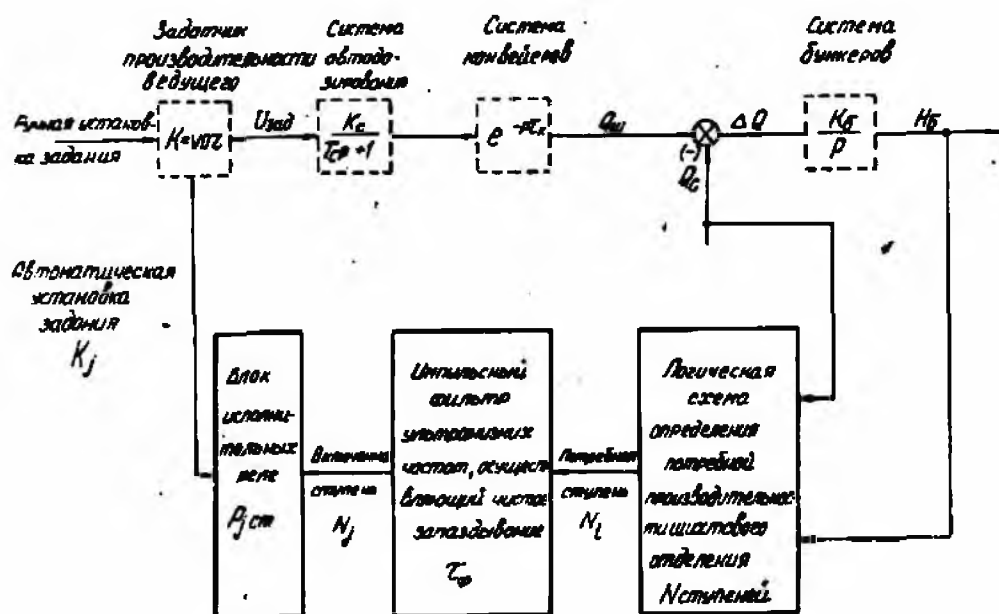


Рис. 1.

(принцип регулирования по нагрузке). Эти сигналы поступают на вход логической схемы с жесткой программой (рис. 2), которая определяет требуемую в данный момент времени ступень производительности шихтового отделения. Весь диапазон производительности разбит на N ступеней. Число N можно определить по формуле

$$N = n + 2, \quad (1)$$

где n — число агломаши, обслуживаемых одним потоком (для условий НКГОКа $n=3$; $N=5$).

Максимальная ступень должна с избытком в 5+10% обеспечить максимальное число работающих машин при наилучшем процессе спекания, минимальная — с недостатком в 5+10% одну машину при наихудшем процессе спекания.

Ввиду того, что уровни шихты все время «пульсируют», а агломашины зачастую ненадолго останавливаются, то, чтобы не производилось излишних переключений со ступени на ступень, потребная ступень поступает на импульсный фильтр ультранизких частот, осуществляющий частотное запаздывание. Этот же фильтр является и элементом памяти системы. Иначе говоря, переключение на новую ступень производительности происходит только в том случае, если ситуация на новую ступень существовала без изменений время, не меньше постоянной времени фильтра $T_{ф}$. Блок исполнительных реле осуществляет переключения секций делителя напряжения в задатчике ведущего компонента таким образом, что с включением каждой ступени производительности напряжение выхода задатчика $U_{зад}$ принимает одно, фиксированное для данной ступени, значение.

Таким образом, производительность ведущего компонента следит за производительностью агломашины и уровнем шихты в бункерах спекательного отделения. Поэтому у старшего дозировщика и машиниста реверсивного конвейера отпадает функция согласования производительностей шихтового и спекательного отделений: эту функцию взяла на себя система автоматического управления операциями автодозирования. Сама система автодозирования после введения указанной обратной связи стала элементарной самонастраивающейся системой с жесткой адаптацией [1].

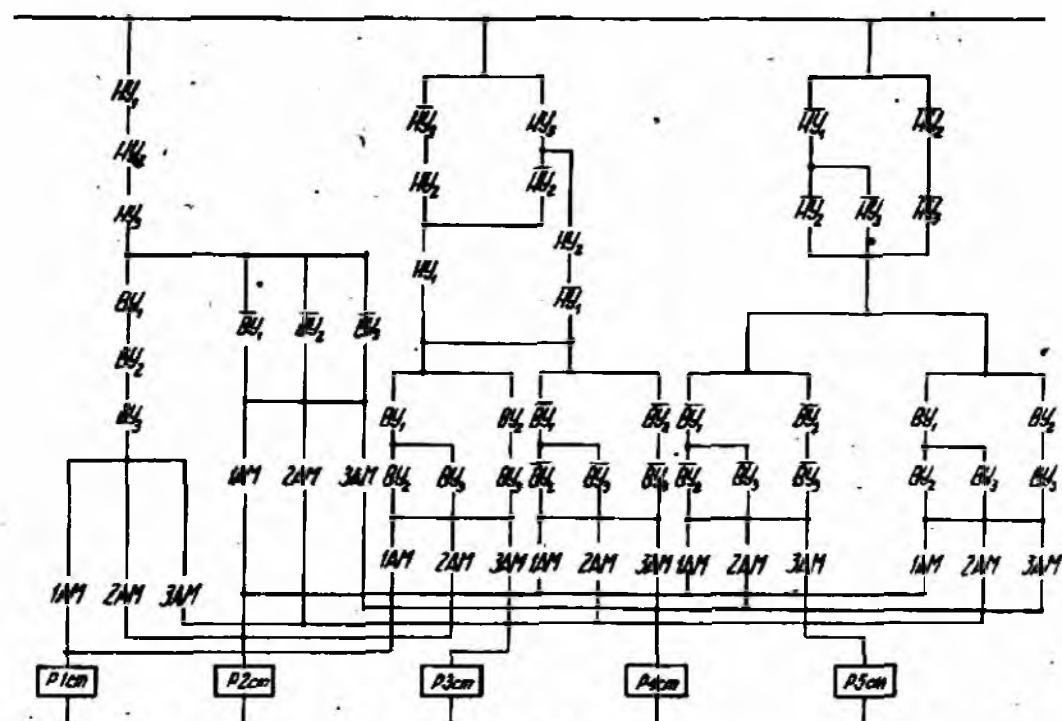


Рис. 2.

Как известно, [2], строгой разработанной методики синтеза самонастраивающихся систем пока не создано. Поэтому при макетировании указанной системы исходили из основных требований агломерационной технологии. Таких требований три: не допускать переполнение бункеров спекательного отделения шихтой; не допускать простой агломашины из-за отсутствия шихты в бункерах; минимальным колебаниям основности и других свойств агломерата должно соответствовать минимальное число переключений со ступени на ступень и остановок потока шихтового отделения. Первые два требования можно выразить следующим уравнением:

$$3T_c + \tau_k + \tau_{\phi} \leq \Delta t_{\text{доп}}, \quad (2)$$

где T_c — постоянная времени системы автодозирования при наиболее вероятном возмущении, за которое принято изменение потребности в шихте при остановке (пуске) одной агломашины;

τ_k — время чистого запаздывания системы конвейеров от ведущего компонента до бункеров спекательного отделения;

$\Delta t_{\text{доп}}$ — максимально допустимое время загрузки (опорожнения) бункера выше верхнего (ниже нижнего) уровня (так называемый временной запас).

Так как бункер относительно высоты слоя шихты и разности прихода шихты является интегрирующим звеном, то

$$\Delta t_{\text{доп}} = \frac{\Delta H_{\text{зап}}}{K_6 \Delta Q} \text{ сек}, \quad (3)$$

где $\Delta H_{\text{зап}}$ — запас по высоте от датчиков уровня до верхнего (нижнего) основания бункера, м;

K_6 — коэффициент передачи бункера, равный отношению среднего удельного объема шихты $V_{\text{ср}}$ к средней площади поперечного сечения бункера $S_{\text{ср}}$ м/кг;

ΔQ — разность прихода и расхода шихты при наиболее вероятном возмущении, кг/сек.

Для условий НКГОКа при средней производительности

$$Q_{\text{ср}} = 90 \text{ кг/сек}; V_{\text{ср}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}; S_{\text{ср}} = 4 \text{ м}^2; \Delta Q = 15 \text{ кг/сек}; 3T_c = 5,0 \text{ мин}; \tau_k = 3,5 \text{ мин}; \Delta H_{\text{зап}} = 1 \text{ м}. \text{ Поэтому } K_6 = \frac{1}{8000} \text{ м/кг};$$

$$\Delta t_{\text{доп}} = 9 \text{ мин}; \tau_{\phi} \leq 0,5 \text{ мин}.$$

Полученный результат подтвердился на практике: попытки увеличить $\tau_{\phi} <$ сверх 30—40 сек приводили к переполнению бункеров или к нехватке шихты. Оставлять же $\tau_{\phi} \leq 30$ сек нельзя, так как ввиду частой (1—2 раза в минуту) смены потребной производительности шихтовое отделение большую часть времени находилось в переходном процессе, что приводило к повышенным ошибкам в соотношениях компонентов. Чтобы переходный процесс заканчивался раньше, чем произойдет переключение на новую ступень, необходимо соблюдение неравенства

$$\tau > 3T_c. \quad (4)$$

Автоматическое управление числом работающих бункеров ведущего компонента и ступенчатое изменение проходных сечений ведомых компонентов (нелинейное программное изменение параметров системы автодозирования) сократили время регулирования с 5 до 2 мин, что дало возможность увеличить, согласно (2), τ_{ϕ} до 3—3,5 мин, выполнить неравенство (4) и в 3—4 раза уменьшить число перешихтовок и скачков потока.

Спектральный анализ колебаний производительности шихтового отделения показывает, что при автоматическом управлении системой дозирования процесс снабжения спектрального отделения шихтой сдвигается в сторону низких частот, а удельный вес последних возрастает почти в два раза.

Нормированная спектральная плотность $s(\omega)$ средней мощности процесса снабжения шихтой выражается уравнением

$$S(\omega) = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{\alpha}{\alpha^2 + (\omega + \beta)^2} + \frac{\alpha}{\alpha^2 + (\omega - \beta)^2} \right\}, \quad (5)$$

где параметры α и β , характеризующие спад и колебательность корреляционной функции, равны: $\alpha_p = 0,1$ 1/мин; $\alpha_a = 0,06$ 1/мин, $\beta_p = 0,135$ 1/мин, $\beta_a = 0,09$ 1/мин (p — ручное управление системой автодозирования, a — автоматическое управление).

Следовательно, при автоматическом управлении системой автодозирования режим работы шихтового отделения стал более «мягким»; отсутствуют резкие скачки производительности.

Для уменьшения ошибок в соотношении компонентов в переходном процессе схема поочередного переключения (СПП) отключает регуляторы ведомых компонентов в момент перехода со ступени на ступень на время

$$\Delta T_i = \tau_i - 3T_i,$$

где τ_i — запаздывание по конвейеру i -того ведомого компонента относительно весов ведущего;

T_i — постоянная времени регулятора i -того компонента.

Ориентировочные расчеты показывают, что автоматическое управление автодозированием, приведшее к коренному изменению ритма работы шихтового отделения, позволит не только в $1,5 \div 2$ раза увеличить срок службы дорогостоящего оборудования отделения, но и на 25—30% снизить процент брака агломерата по основности. Снижение амплитуды колебаний свойств агломерата приведет к большей однородности последнего, что повысит производительность агломашин на $0,5 \div 2,5\%$ и даст существенный экономический эффект в доменном производстве. Поэтому можно считать, что найден путь решения задач, поставленных в (3) и (4).

Сигнальное табло (рис. 3) служит и для проверки правильности функционирования основных узлов системы, что существенно повышает ее эксплуатационные свойства.

Надежность и качество работы системы в значительной степени зависит от наличия и надежности работы систем обрушения материала в бункерах спекательного отделения, ибо этим определяется достоверность информации о степени заполнения бункеров шихтой.

ВЫВОДЫ

1. Обоснованы основные элементы структуры системы автоматического управления автодозированием.
2. Получены основные зависимости, позволяющие конструировать аналогичные системы для различных аглофабрик.
3. Разработана система автоматического управления автодозированием для условий НКГОКа, обеспечивающая непрерывное дозирование, повышение качества агломерата и долговечность оборудования шихтового отделения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедия современной техники, автоматизация производства и промышленная электроника, т. III. Изд-во «Советская энциклопедия», 1964.
2. Я. З. Цыпкии. Адаптация, обучение и самообучение в автоматических системах. «Автоматика и телемеханика», 1966, № 1.
3. А. И. Буров и др. Автоматизация агломерационных цехов цветной металлургии. Изд-во «Металлургия», 1965.
4. М. Г. Агабеков, Э. В. Схиртладзе, А. В. Ростемберский. Автоматическое весовое дозирование шихтовых материалов. Изд-во «Техніка», Киев, 1965.