

УДК 651.81

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ КАЧЕСТВА И КОЛИЧЕСТВА РУДЫ, ОБОГАЩЕМОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В.В. ЛОБКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь,*

*Республиканское унитарное предприятие "ПО "Беларускалий"
Коржа, 5, Солигорск, 223710, Беларусь*

Поступила в редакцию 22 октября 2004

Рассматривается синтез системы автоматизированного управления качеством и количеством обогащаемой руды. Исследуется имитационная модель по стабилизации качества и количества сырья. Описывается подход, позволяющий интегрировать scada-систему и математический пакет Matlab посредством COM/OPC .

Ключевые слова: автоматизированная система управления, математическое моделирование.

Введение

Обеспечить сильвинитовую обогатительную фабрику рудой постоянного качества — основная задача создания автоматизированной системы управления (АСУ) стабилизации качества руды, обогащаемой при производстве минеральных удобрений. При существующей технологии шихтование (смешивание руды с различным содержанием KCl) может производиться в руднике и на поверхностном комплексе: дробление, складирование, управление маршрутами транспортирования сырья.

По данным автоматизированной системы управления поступает информация о плановых показателях на смену, информация о работе подъемных машин, измерении качества и количества руды в бункерах, информация о технологических характеристиках добычного оборудования.

По данным АСУ в отделении дробления осуществляется управление технологическим процессом, при этом решаются задачи:

- управление качеством и количеством добываемой руды;
- расчет маршрутов подачи;
- расчет количества и качества сырья на складах;
- технология складирования;
- расчет технологических показателей.

Своевременная информация по содержанию KCl и автоматическое управление маршрутами транспортировки позволяют стабилизировать качество добываемого сырья на требуемом уровне.

Объекты управления в технологическом процессе обогащаемой руды

На рис. 1 представлена схема добычи на руднике. Работы производятся на двух горизонтах 420 и 620 м тремя стволами (№1, 2, 3, рис. 1). Руда со ствола № 4 подается на дробление, далее поступает на конвейер К7 (рис. 1); на перегрузочном узле ПУ-2 направляется на склад № 2 (по конвейеру К8) или на конвейер К11 (рис. 1). Конвейерами № 3 и 4 сырье транспортируется на сальвинитовую обогатительную фабрику (СОФ) или на склад № 1 (рис. 1). Со стволов № 1 и 2 конвейерами К1, К2 подача осуществляется на перегрузочный узел ПУ-1. Со склада № 1 тремя крацер-кранами руда транспортируется конвейерами № 3 и № 4 на СОФ.

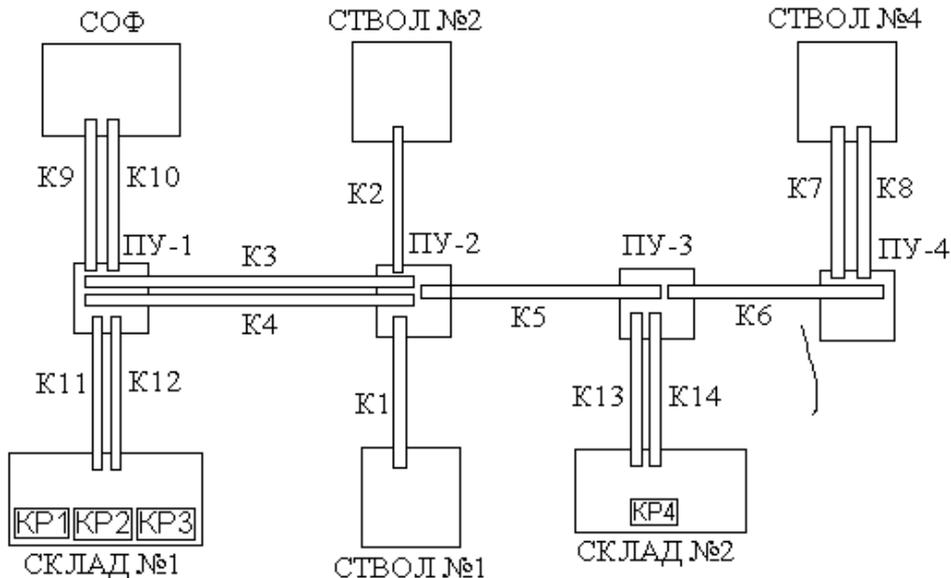


Рис.1. Объекты управления на технологической схеме транспортировки руды

Для измерения процентного содержания КС1 в руде, поступающей по конвейерам К3, К4 (рис. 1) на сальвинитовую обогатительную фабрику, используется система измерения качества периодического действия. Отбор проб на каждом конвейере производится с периодом 3 мин 45 с при выполнении следующих условий: конвейер работает; вес на конвейере больше 10% от максимального (шкала 1200 т).

В исходном положении, при неработающем конвейере, пробоотборник открыт. В случае выполнения всех вышеуказанных условий устройство закрывается, далее через 15 с на блок обработки "Калий" М2720 подается сигнал "Старт измерения" и удерживается в течение 3 мин 20 с (время вычисления значения содержания КС1). После снятия сигнала "Старт измерения" обновляется значение аналогового входа (4–20 мА) контроллера. Пробоотборник открывается и в течение 10 с находится в открытом состоянии для выгрузки сырья, затем цикл повторяется.

Формула подсчета средневзвешенного качества (в %) за период времени T [1]

$$Q(T) = (Y(T) / X(T)) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $Q(T)$ — значение средневзвешенного качества за период времени T , $Y(T)$ — значение веса стопроцентного хлористого калия, зафиксированного за период времени T , $X(T)$ — значение веса руды, транспортированной по конвейеру за период времени T .

Подсчет значения средневзвешенного качества с начала часа реализуется по следующему алгоритму. С начала цикла измерения и до его окончания на контроллере производится накопление значения $W_{K3}(t_0 - t_i)$ — веса сырья, транспортированного по конвейеру К3. После окончания цикла $W_{K3}(t_0 - t_i)$ умножается на величину содержания КС1 в руде на конвейере К3 и получается

значение $W_{100\%KCl}^{\dot{E}3}(t_0 - t_i)$ — вес стопроцентного хлористого калия за время цикла измерения. Полученные значения $W_{K3}(t_0 - t_i)$ и $W_{100\%KCl}^{\dot{E}3}(t_0 - t_i)$ суммируются с предварительно накопленными значениями с начала часа W_{K3K4}^0 и $W_{100\%KCl}^0$:

$$W_{K3K4} = W_{K3K4}^0 + W_{K3}(t_0 - t_i), \quad (2)$$

$$W_{100\%KCl} = W_{100\%KCl}^0 + W_{100\%KCl}^{\dot{E}3}(t_0 - t_i), \quad (3)$$

Аналогично происходит расчет значений $W_{K4}(t_0 - t_i)$, $W_{100\%KCl}^{\dot{E}4}(t_0 - t_i)$ по конвейеру К4, и затем выполняется суммирование:

$$W_{K3K4} = W_{K3K4}^0 + W_{K4}(t_0 - t_i), \quad (4)$$

$$W_{100\%KCl} = W_{100\%KCl}^0 + W_{100\%KCl}^{\dot{E}4}(t_0 - t_i). \quad (5)$$

Средневзвешенное значение качества Q_{K3K4} высчитывается по формуле:

$$Q_{K3K4} = (W_{K3K4} / W_{100\%KCl}) \cdot 100\%. \quad (6)$$

В конце часа производится обнуление величин W_{K3K4}^0 и $W_{100\%KCl}^0$.

Имитационная модель системы автоматизированного управления

Для многих предприятий, специализирующихся на производстве минеральных удобрений, характерны общие черты:

развитая технологическая структура предприятия, включающая отделения, цеха, другие вспомогательные подразделения, отличающиеся реализуемыми в них химико-технологическими процессами;

разнообразии видов используемого сырья, материалов собственного производства и закупаемых;

энергоёмкость;

крупнотоннажность;

ТП с большим количеством контролируемых параметров.

АСУТП на таких предприятиях являются сложными и многоуровневыми. Недостатками существующих АСУТП являются большие затраты времени на получение данных для анализа работы управляемого объекта, время запаздывания информации (составляет до 2–3 ч), незагруженность или перегрузка оборудования из-за неритмичности в работе (приводит к преждевременному износу и возрастанию затрат на обслуживание оборудования).

На имитационной модели технологического процесса отделения дробления рудника необходимо отработать основные критерии управления, работу автоматической системы по стабилизации качества сырья.

Для получения математической модели следует учитывать, что руда может одновременно подаваться с двух горизонтов, при этом в случае избытка – поступает на склад, а в случае недостатка сырья с двух горизонтов — поступает со склада; работа пробоотборника не зависит от источника поступления руды.

Для рассмотренных объектов управления предпочтительнее составить статистическую математическую модель.



Рис. 2. Контролируемые параметры и возмущающие воздействия на объекте управления: x_1, \dots, x_i — входы объекта управления (контролируемые параметры); y_1, \dots, y_m — выходы объекта управления; z_1, \dots, z_u — возмущающие воздействия на объект управления

Измерения x и y должны разделяться во времени. Полученные результаты измерений сводятся в таблицу.

Таблица. Результаты измерений

№	x_1	x_2	...	x_i	y_1	...	y_m
1							
2							
...							
...							
...							
N	x_{1N}	x_{2N}	...	x_{iN}	y_{1N}	...	y_{mN}

По значениям таблицы записывается зависимость:

$$Y_j = f(x_1, \dots, x_i) \text{ — статистическая математическая модель,} \quad (7)$$

$i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$.

Уравнение регрессии ММ запишем в виде отрезка ряда Тейлора:

$$\hat{O} = B_0 + \sum B_i \cdot X_i + \sum B_{ij} \cdot X_i \hat{O}_j + \sum B_{ii} X_i^2 + \dots, \quad (8)$$

где \hat{Y} — приближенное значение точного значения Y_j ,

$$\hat{A}_i = \partial f / \partial X_i, B_{ij} = \partial^2 f / \partial X_i^2. \quad (9)$$

Выражение (8) позволяет наращивать степень уравнения (увеличивать число объектов управления) и, следовательно, увеличивать точность моделирования технологического процесса; также позволяет сравнительно несложно с помощью метода наименьших квадратов рассчитать значения коэффициентов B .

При расчете имитационной модели автоматической системы управления целесообразно применить стандарт OPC (OLE for Process Control). Стандарт OPC разрабатывался с целью унификации взаимодействия промышленных контроллеров с программным обеспечением (драйверами и scada-системами). На стадии разработки АСУТП ее свойства зачастую исследуются имитационным моделированием технологического процесса. При использовании scada-систем для разработки АСУТП необходимость в моделировании информационной части отпадает, но необходимость решать более сложную и ответственную задачу моделирования динамических объектов управления остается. Для высокой степени адекватности модели объекту управления (ОУ)

целесообразно использовать имитационные модели, создаваемые во внешних специализированных программных пакетах (ПП), но при этом требуется сопряжение модели с ядром scada-системы. Наиболее подходящим, по мнению автора, является программный пакет MatLab, широко используемый в инженерной и научной практике. Представляет интерес возможность интегрировать scada-систему и ПП MatLab для исследования разработки и отладки АСУТП. С этой точки зрения следует выделить пакеты MatLab Compiler и ПП MatLab C/C++ Math Library. С помощью таких пакетов возможно создание приложений на языке программирования C/C++ (поддерживаются компиляторы Microsoft Visual C++, Borland C++ Builder. Указанные возможности реализуются трехуровневой системой на базе scada-системы, ПП MatLab и приложений — имитационных моделей ОУ. Такая информационная система функционирует в рамках технологии COM (Component Object Model), отвечающей стандарту OPC, и ОС Microsoft Windows NT/2000/XP.

Заключение

Разработанная АСУ позволяет оперативно и синхронно с технологическим процессом определить причины нарушений по качеству и вовремя осуществить корректирующие и предупреждающие воздействия на ТП в цехах. Как следствие, исключается выпуск несоответствующей стандартам продукции, требующей снижения сортности; возврат нестандартной по качеству продукции на переработку. Это позволяет экономить сырье, материалы, энергоресурсы на выпуск продукции, и, следовательно, увеличивается прибыль производственной деятельности.

AUTOMATED MANAGERIAL SYSTEM TO STABILIZATIONS QUALITY AND AMOUNT OF ORE AT PRODUCTION OF THE MINERAL FERTILIZERS

V.W. LABKO

Abstract

It is considered syntheses of the system of the autocontrol quality and amount of ore, given on enrichment. It is researched simulation model quality and amount of ore. An aproach that allows the integration scada and MatLab by means of COM/OPC.

Литература

1. Рыженков Н.А., Скрипкин В.П., Скрипкина И.В. //Горный журнал. 1989. № 7. С. 11–12.
2. Сосинский Л.М. Особенности управление качеством руд при динамическом режиме стабилизации. Сборник научных трудов. Институт горного дела. Министерство цветной металургии СССР. М., 1988. С. 10–14.
3. Головырин С.С. // Изв. Уральского горного института. 1993. С. 142–145, 159.
4. Кузина Л.А. // Вестник Читинского политехнического института. 1996. № 3. С. 161–167.