

## МОДЕЛИ ВТОРОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ АСУ ТП АГЛОФАБРИКИ

Представлено інформаційне забезпечення реалізації технологічних розрахунків супервизорного управління аглофабрики.

Представлено інформаційне забезпечення реалізації технологічних розрахунків супервизорного управління аглофабрики.

The informative providing is presented of realization of technological computations of supervisory management of aglofabriki.

Основной целью управления технологией современной агломерационной фабрики является получение высокого качества агломерата и обеспечение максимально возможных производительностей агломашин. В настоящее время такая цель решается в рамках автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на базе современных контрольно измерительных приборов (КИП), распределенной сети программируемых контроллеров (ПЛК), централизованной клиент-серверной структуры и коммуникационных сетей [1].

АСУ ТП агломерационных фабрик является многоуровневой иерархической структурой, включающей в себя (рис.1):

*Уровень 0* – измерение технологических параметров датчиками и первичными преобразователями и контроль состояний оборудования, управление электро- и пневмоприводами регулирующих клапанов, автоматическими дозаторами шихтовых компонентов и другими исполнительными механизмами;

*Уровень 1* – контроль, регулирование и оперативное управление, в рамках которого осуществляется сбор и обработка сигналов датчиков и первичных преобразователей, локальное регулирование технологических параметров и логическое управление взаимосвязанного оборудования и механизмов;

*Уровень 2* – супервизорное управление, реализуемое на базе технологических моделей.

Как правило, на *уровне 2* АСУ ТП аглофабрик разрабатываются и внедряются программные продукты на базе технологических моделей:

- 1) управление основностью агломерата;
- 2) расчет состава шихты;
- 3) управление расходами дозируемых материалов;
- 4) управление влажностью шихты;
- 4) расчет начальной газопроницаемости шихты;
- 5) управление точкой окончания спекания;
- 6) управление максимально возможной производительностью линии спекания.

Для разработки программных продуктов *уровня 2* на примере проектируемой Укргипромезом аглофабрики Вазакхапатамского металлургического завода используются следующие модели.

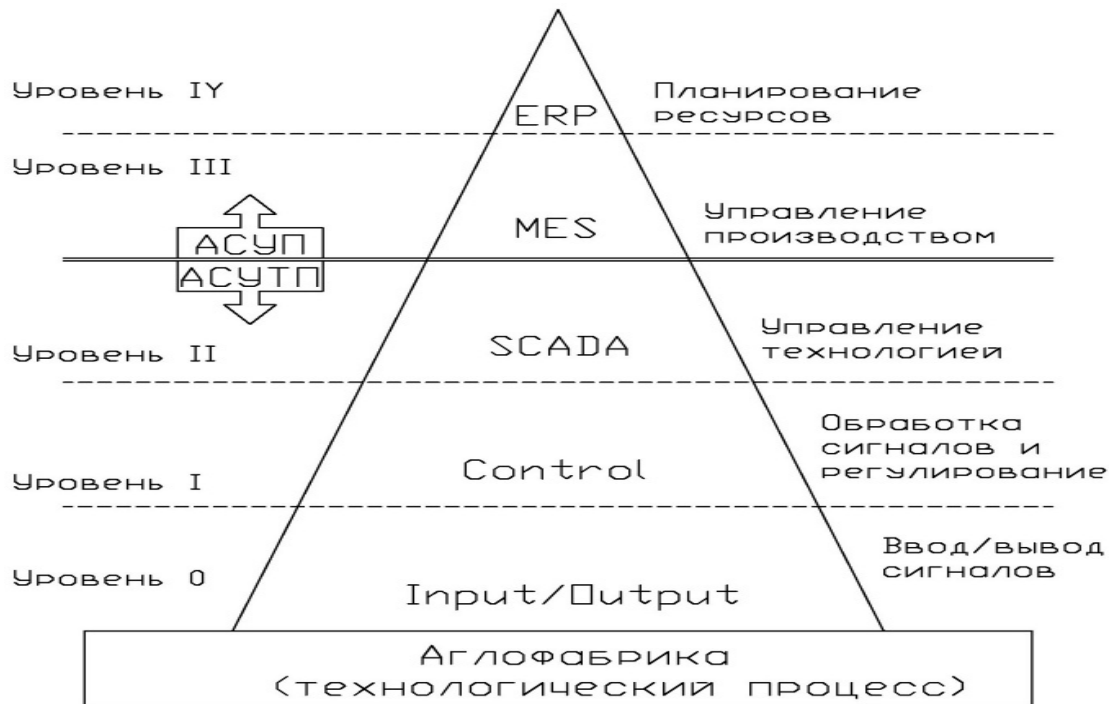


Рис. 1. Информационные уровни управления аглофабрики

1. Расчет выхода (в %) твердого продукта  $i$ -того компонента в агломерат:

$$l_i = 0,01(100 - (п.п.п_i + S_i \cdot \lambda_s + C_i)), \quad (1)$$

где  $п.п.п_i$ ,  $S_i$ ,  $C_i$  – содержание в  $i$ -том компоненте потерь массы при прокаливании (это  $CO_2$  карбонатов,  $H_2O_{хим}$  гидратов), серы и углерода;  $l_i$  – безразмерная величина, для проектируемой аглофабрики  $C_i = 0$ .

Уравнение материального баланса спекания из расчета на одну тонну агломерата [2]:

$$\sum q_i \cdot l_i - \frac{1}{9} (10FeO_a - 0,01 \sum_{i=1}^k q_i \cdot FeO_i) = 1000, \quad (2)$$

где  $FeO_a$  – содержание FeO в агломерате, %;  $FeO_i$  – содержание FeO в  $i$ -том компоненте, %;  $q_i$  – удельный расход  $i$ -го компонента (известного и неизвестного), кг/т агломерата;  $l_i$  – выход твердого продукта из сухой массы  $i$ -го компонента, доли единицы;  $1/9$  – учитывает изменение массы кислорода при переходе  $Fe_2O_3$  в FeO.

2. Балансовое уравнение с учетом заданной  $CaO/SiO_2$  из расчета на одну тонну агломерата [2]:

$$\sum_{i=1}^k 0,01 \cdot (CaO_i - m \cdot SiO_{2i}) q_i = 0, \quad (3)$$

где  $CaO_i$  и  $SiO_{2i}$  – содержание оксидов кальция и кремния в  $i$ -том компоненте, %;  $q_i$  – расход  $i$ -го компонента, кг/т агломерата;  $m$  – заданная основность агломерата  $CaO/SiO_2$ .

3. Балансовое уравнения с учетом заданного значения MgO на одну тонну агломерата [2]:

$$\sum_{i=1}^k 0,01 \cdot E_i \cdot q_i = 10 \cdot E_{\Sigma}, \quad (4)$$

где  $E_i$  – содержание,  $MgO$  – в  $i$ -том компоненте, %;  $E_{\Sigma}$  – заданное содержание  $MgO$  в агломерате.

Неизвестными (искомыми) являются расходы в кг/т агломерата:  $q_1 = X$  – железорудной мелочи;  $q_2 = Y$  – известняка;  $q_3 = Z$  – доломита.

Заданными являются:  $q_4 = R_{\text{ш}}$  – отходов металлургического производства (кг/т агломерата);  $q_5 = C_{\text{ш}}$  – кокса (коксовой мелочи (кг/т агломерата)).

4. С учетом заданного содержания возврата в шихте  $\varphi_{\text{в}}$  определяется:

1) суммарное количество дозируемых материалов на одну тонну агломерата (кг/т):

$$Q_{\Sigma} = 100 \cdot (X + Y + Z + R_{\text{ш}} + C_{\text{ш}}) / (100 - \varphi_{\text{в}}); \quad (5)$$

2) состав шихты (процентное отношение дозируемых компонентов):

$$\text{– железорудной мелочи} \quad \varphi_1 = X / Q_{\Sigma}; \quad (6)$$

$$\text{– известняка} \quad \varphi_2 = Y / Q_{\Sigma}; \quad (7)$$

$$\text{– доломита} \quad \varphi_3 = Z / Q_{\Sigma}; \quad (8)$$

$$\text{– отходов металлургического производства} \quad \varphi_4 = R_{\text{ш}} / Q_{\Sigma}; \quad (9)$$

$$\text{– кокса (коксовой мелочи)} \quad \varphi_5 = C_{\text{ш}} / Q_{\Sigma}; \quad (10)$$

$$\text{– возврата} \quad \varphi_6 = \varphi_{\text{в}}. \quad (11)$$

5. С учетом требуемой производительности линии спекания по сухому весу  $Q$  (т/ч) и известных влажностей  $\gamma_i$  шихтовых материалов определяется:

– расходы каждого шихтового материала по сухому весу

$$Q_{ci} = 0,01 \cdot \varphi_i \cdot Q; \quad (12)$$

– уставки (задания) автоматическим весовым дозаторам (т/ч)

$$Q_i = Q_{ci} / (1 - \gamma_i). \quad (13)$$

6. Расход формируемой шихты по влажному весу

$$Q_{\text{ш}} = \sum Q. \quad (14)$$

7. Влажность формируемой шихты

$$\gamma_{\text{ш}} = (Q_{\text{ш}} - Q) / Q_{\text{ш}}. \quad (15)$$

8. Количество воды в формируемой шихте (т/ч)

$$Q_{\text{шв}} = \gamma_{\text{ш}} \cdot Q_{\text{ш}}. \quad (16)$$

9. Количества воды в шихте (т/ч) после барабана-смесителя при требуемой влажности в смесителе  $\gamma_{\text{см}}$

$$Q_{\text{смв}} = Q / (1 - \gamma_{\text{см}}). \quad (17)$$

10. Количества воды в шихте (т/ч) после барабана-окомкователя при требуемой влажности в окомкователе  $\gamma_{\text{ок}}$

$$Q_{\text{окв}} = Q / (1 - \gamma_{\text{ок}}). \quad (18)$$

11. Уставка (задание) регулятора расхода воды в барабан-смеситель (т/ч)

$$\Delta Q_{\text{смв}} = Q_{\text{смв}} - Q_{\text{шв}}. \quad (19)$$

12. Уставка регулятора расхода воды в барабан-окомкователь (т/ч)

$$\Delta Q_{\text{кв}} = Q_{\text{окв}} - Q_{\text{шв}} - \Delta Q_{\text{смв}}. \quad (20)$$

13. Расчет значения, оценки начальной газопроницаемости шихты  $G$  осуществляется по формуле [3]

$$G = K_g \cdot (W / P) \cdot h_1 \cdot (1 - h_1 / H), \quad (21)$$

где  $W$ ,  $P$ ,  $H$  – измеряемые значения расхода, давления сжатого воздуха, подаваемого в зонд, и уровня шихты в бункере,  $h_l$  – расстояние от сопла до дна бункера,  $K_g$  – коэффициент пропорциональности.

Задача обеспечения оптимальной точки окончания спекания решается поиском и поддержанием такой скорости аглоленты функционирующей машины, когда для измеряемых значений температур  $t_{n-2}$ ,  $t_{n-1}$  и  $t_n$  в трех последних вакуум-камерах выполняется условие [3]

$$t_n < t_{n-1} \text{ и } t_{n-2} < t_{n-1}. \quad (22)$$

Для автоматического управления точкой окончания спекания предполагается поисковый пошаговый алгоритм, в котором используется основная информация:  $t_1, t_2, \dots, t_{n-2}, t_{n-1}, t_n$  – массив результатов измерения значений температуры в вакуум-камерах ( $t_1$  – для первой,  $t_n$  – последней вакуум-камер);  $x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, x_{n-1}, x_n$  – массив координат вакуум-камер с начальной точкой отсчета от зажигательного горна;  $V$  – текущая скорость аглоленты (результат автоматического измерения в АСУ ТП).

При автоматическом управлении возможны случаи:

1) точка окончания спекания соответствует  $k$ -той вакуум-камере, находящейся до  $(n-1)$ -ой камеры (в массиве  $t_1, t_2, \dots, t_{n-2}, t_{n-1}, t_n$  максимальное значение имеет температура  $t_k$ );

2) точка окончания спекания соответствует вакуум-камере, находящейся за  $(n-1)$ -ой камеры, в том числе за активной зоной аглоленты;

3) точка окончания спекания соответствует  $(n-1)$ -ой камере.

14. Окончание спекания над  $k$ -той вакуум-камерой идентифицируется по максимальному значению температуры  $t_k$  в массиве  $t_1, t_2, \dots, t_{n-2}, t_{n-1}, t_n$  ( $x_k < x_{n-2}$ ). В этом случае требуемая скорость аглоленты  $\omega$  рассчитывается по ее текущему значению  $V$  и координатам  $k$ -той и  $(n-1)$ -ой камер [4]

$$\omega = V \cdot (x_{n-1} / x_k). \quad (23)$$

Окончание спекания за  $(n-1)$ -ой камерой идентифицируется, если

$$t_{n-1} < t_{n-2}. \quad (24)$$

В этом случае требуемая скорость аглоленты рассчитывается в соответствии с формулой

$$\omega = V \cdot (x_n / x_{n-1}). \quad (25)$$

При  $t_n < t_{n-1}$  и  $t_{n-2} < t_{n-1}$  точка окончания спекания соответствует последней вакуум-камере и скорость аглоленты сохраняет свое текущее значение  $\omega = V$ .

15. Для технологической синхронизации производительности “агломашина–барабанный питатель шихты” скорость последнего  $n_{\text{бпш}}$  (об/мин) рассчитывается по формуле

$$n_{\text{бпш}} = K_n \cdot \omega. \quad (26)$$

Здесь  $K_n$  – расчетный коэффициент, учитывающий геометрию барабанного питателя и аглоленты (задаваемая константа);  $\omega$  – требуемая скорость аглоленты.

Тогда требуемая производительность линии спекания по сухому весу определяется в соответствии

$$Q = K_Q \cdot n_{\text{бпш}} \cdot (1 - \gamma_{\text{ок}}). \quad (27)$$

Здесь  $K_Q$  – расчетный коэффициент, учитывающий размеры барабанного питателя и погонную нагрузку шихты на его барабане (задаваемая константа);  $n_{бшт}$  – скорость барабанного питателя шихты;  $\gamma_{ок}$  – требуемая влажность в окомкователе.

Программное обеспечение реализации представленных технологических расчётов супервизорного управления, реализованного на базе технологических моделей для проекта Укргипромеца аглофабрики Вазакхатапатамского металлургического завода (Индия) выполнено с использованием базовых программных продуктов и технологий Apache, HTML, PHP, CSS, MySQL.

#### Список литературы

1. 02-3700-DE-ELI-1705. Control philosophi write-up of Sinter Plant-3at VSP (Vizakhapatnam) – Dnepropetrovsk: GP “Ukrghiprometz”. – 2012.
2. Вегман Е.Ф. Окускование руд и концентратов. – М. : Металлургия, 1984. – 256 с.
3. Степаненко А.Н., Гитлин Л.Д., Новицкий П.А. Пути повышения эффективности автоматического управления спеканием шихты на агломашине. - Металлургическая и горно-рудная промышленность, 2011, №2, с.111-114
4. Автоматизация металлургических печей. Каганов В.Ю., Блинов О.М., Глинков Г.М., Морозов В.А.- М.: Металлургия, 1975. – 376 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Слесаревим В.В.  
Надійшла до редакції 17.10.2012*

УДК 681.518.54

© Л.И. Мещеряков, О.Р. Денесюк

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАМАГНИЧЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ИЗМЕРЕННЫМ МАГНИТНЫМ АНОМАЛИЯМ**

Представлено разработанное программное обеспечение определения намагниченности геологических объектов по измеренным магнитным аномалиям.

Представлено розроблене програмне забезпечення визначення намагніченості геологічних об'єктів по зміряних магнітних аномаліях.

The developed decision software is presented of magnetized of geological objects on the measured magnetic anomalies.

При интерпретации магнитных аномалий важно знать кроме измеренных значений магнитных аномалий  $Z_a$  или  $\Delta T_a$  также значения намагниченностей горных пород, слагающих геологический разрез. От этого зависит достоверность и эффективность интерпретации аномалий. Один из методов определения намагниченностей горных пород, слагающих изучаемый геологический разрез, состоит в измерении их в лаборатории на образцах горных пород, отобранных из обнажений и скважин. Этот метод не всегда можно реализовать, так как для этого нужны ориентированные образцы, отбор которых из скважин представля-