

Розглянуто можливість автоматизації процесу формування шару шихти в умовах, коли кількість точок прямого контролю обмежена. Застосування моделей розподілення часток шихти різного хімічного та гранулометричного складу лягло в основу створення алгоритму прогнозування властивостей шару, що формується

Ключові слова: агломераційна шихта, фракція, газодинамічний опір, міцність агломерата

Рассмотрена возможность автоматизации процесса формирования слоя шихты в условиях, когда количество точек прямого контроля ограничено. Применение моделей распределения частиц шихты различного химического и гранулометрического состава легло в основу создания алгоритма прогнозирования свойств формирующегося слоя

Ключевые слова: агломерационная шихта, фракция, газодинамическое сопротивление, прочность агломерата

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЯ ШИХТЫ НА АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ЛЕНТЕ

И. А. Овчинникова

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра автоматизированного управления
технологическими процессами
Запорожская государственная инженерная
академия
пр. Ленина, 226, г. Запорожье, Украина, 69006
Контактный тел.: 097-303-58-51
E-mail: iaov@rambler.ru

Введение

Постоянное увеличение объемов металлургического производства, регулярное повышение цен на шихтовые материалы при снижении качества последних, требуют разработки новых технологических мероприятий, направленных на повышение производительности всего металлургического передела. Загрузка шихты на аглоленту является одним из основных технологических процессов, который определяет получение качественного агломерата на аглофабриках цветной и черной металлургии. Повышение эффективности процесса загрузки осуществляется путем усовершенствования технологических схем и систем управления процессом.

Повышение требований к качеству агломерата создает предпосылки широкому внедрению средств автоматического контроля и управления процессами подготовки сырья к доменному производству. В то же время, когда количество точек прямого инструментального контроля ограничено, возникает необходимость расчетного контроля процесса путем реализации на ЭВМ адекватных математических моделей объекта управления.

Цель работы

Разработка алгоритма и программы прогнозирования свойств слоя агломерационной шихты, сформированного на спекательных тележках агломашин.

Выполнение исследований и обсуждение результатов

Физико-химические свойства шихты непрерывно изменяются во времени, что в свою очередь требует оперативного синхронного изменения величины управляющего воздействия на движущийся поток материала.

Для этих целей использованы модели распределения фракций шихты по высоте формирующегося слоя, распределения топлива в каждой зоне слоя, определения газодинамических характеристик слоя и прочностных характеристик агломерата.

Исследование закономерностей распределения фракций агломерационной шихты по высоте формирующегося слоя выполнено с использованием моделей сегрегации фракций - 3 мм, 3-6 мм, +6 мм в массе сыпучего материала [1]:

$$\Phi_{-3j} = \frac{A + d_{cp\Sigma}}{d_{cpj}}, \Phi_{+6j} = \frac{d_{\Phi j}}{B + d_{\Phi\Sigma}} \cdot \left(\frac{d_{\Phi j}}{d_{\Phi\Sigma}} \right)^n,$$

$$\Phi_{(3-6)j} = 100 - (\Phi_{-3j} + \Phi_{+6j}), \quad (1)$$

где A – эмпирический коэффициент, характеризующий условия формирования слоя шихты, мм;

$d_{\Phi\Sigma}$ – средний диаметр частиц агломерационной шихты, м;

$d_{\Phi j}$ – средний диаметр частиц шихты j -го горизонта слоя, мм.

B, n – эмпирические коэффициенты, характеризующие условия формирования слоя;

Поскольку основным параметром, практически определяющим производительность агломерационной машины, согласно [2, 3], является коэффициент сопротивления слоя, то для определения газодинамического состояния слоя целесообразно использовать полуэмпирическое уравнение Дарси-Вейсбаха (2), которое широко используется в слоевой газодинамике. При движении газа по каналам слоя сыпучего материала потери давления равны:

При расчетах потерь давления в реальных условиях использовались экспериментальные значения $\lambda_{\text{сл}}$, полученные в лабораторных условиях.

Коэффициент сопротивления слоя $\lambda_{\text{сл}}$, соответствующий числу Re, вычисляется согласно выражения (2):

$$\lambda_{\text{сл}} = \frac{\Delta P \cdot d_p}{2 \cdot h_{\text{сл}} \cdot V_0^2 \cdot \rho_0 \cdot (1 + \beta t)} \quad (2)$$

Результаты исследований сводились в графики критериальных зависимостей $\lambda_{\text{сл}} = f(\text{Re})$ для различных смесей, в которых содержание мелкой фракции Φ_{-3} с размером частиц менее 3 мм изменялось в пределах 10 – 60% от общей массы материала.

Анализ полученных результатов показывает, что наименьшим сопротивлением просасываемому воздуху обладают смеси с содержанием мелкой фракции от 10 до 40%.

В смесях с содержанием мелкой фракции 50-60% газодинамическое сопротивление возрастает в 3...4 раза.

Постоянный контроль за величиной газодинамического сопротивления слоя позволит своевременно корректировать ход процесса загрузки шихты на аглоленту, что позволит снизить получение бракованного агломерата.

Для определения взаимосвязи прочности агломерата и газодинамического состояния слоя шихты проводились исследования процесса спекания шихты в слое высотой 400 мм. Для лабораторных спеканий использовалась шихта, которая по своему химическому и фракционному составу соответствовала шихте, используемой на аглофабрике комбината «Запорожсталь».

В ходе исследований установлены зависимости прочности агломерата и выхода годного от степени сегрегации шихты:

$$\begin{aligned} \Phi_{-5} &= 7,95d_{11} - 7,78d_{12} + 3,44d_{13} + 4,18d_{14} - \\ &- 0,42d_{11}^2 + 0,57d_{12}^2 - 0,31d_{13}^2 - 1,15d_{14}^2 - 1 \\ \Phi_{5-10} &= 4,47d_{11} + 16,60d_{12} - 6,21d_{13} + 8,62d_{14} + \\ &+ 0,27d_{11}^2 - 1,27d_{12}^2 + 0,60d_{13}^2 - 3,25d_{14}^2 - 1 \end{aligned}$$

Для оптимизации процесса загрузки шихты на аглоленту разработан алгоритм оптимизации структуры слоя на основе взаимосвязей теплового режима и газодинамических параметров стационарного слоя с производительностью агломашин. Основная сложность при формировании слоя шихты с оптимальной структурой по заданному критерию заключается в том, что сегрегация гранул шихты по высоте слоя и

его газодинамическое состояние оказывают неоднозначное влияние на качественные показатели процесса агломерации.

Так, для обеспечения максимальной прочности агломерата необходимо обеспечить заданное распределение химического и гранулометрического состава шихты по высоте слоя, в тоже время сегрегация частиц приводит к повышению газодинамического сопротивления сформированного слоя по сравнению с несегрегированным слоем.

В связи с вышесказанным, для уменьшения газодинамического сопротивления слоя необходимо уменьшать сегрегацию, что вызовет снижение прочности готового агломерата.

Поэтому в работе определены два критерия оптимальности: максимум прочности агломерата ($\Phi + 10 \rightarrow \max$) и минимум потерь давления просасываемого через слой воздуха ($\Delta P \rightarrow \min$) с приоритетом первого критерия.

Основные положения алгоритма оптимизации структуры слоя шихты на агломерационной ленте представлены в виде блок-схемы на рис. 1. Исходными данными для расчета являются высота $h_{\text{сл}}$, физико-химические характеристики подготовленного к спеканию материала, его гранулометрический состав Φ_i . Результатом расчета является определение угла наклона загрузочного лотка, обеспечивающий такое распределение частиц шихты по высоте, которое обеспечивает максимальную прочность готового агломерата при минимально возможном газодинамическом сопротивлении слоя.

На основе данного алгоритма автором разработана прикладная программа, позволяющая моделировать процесс формирования слоя шихты. С ее помощью проведено исследование поведения шихты в условиях комбината «Запорожсталь».

На основании алгоритма создан программный продукт, позволяющий в реальном режиме времени выдавать рекомендации для оптимального ведения процесса загрузки шихты.

Исходные данные представляются в виде таблицы (рис. 2).

Для изменения исходных данных в процессе работы или при необходимости ввода новой информации оператору предлагается панель управления, состоящая из трех клавиш и расположенная в верхнем меню.

На основе полученных данных рассчитывается распределение углерода и основности по горизонтам слоя и прочность агломерата (рис. 3).

Работа программы возможна в двух режимах: автоматическом и ручном. При автоматическом режиме предусматривается автоматический опрос датчиков, расчет и выдача оперативного управляющего воздействия.

Однако реализация этого режима в настоящее время затруднена из-за сложности процесса автоматического сбора информации.

По этой причине предусмотрена возможность работы программы в ручном режиме, при котором фракционный состав шихты вводится в программу вручную. Выдача управляющего воздействия на загрузочный узел может производиться автоматически по результатам расчета.

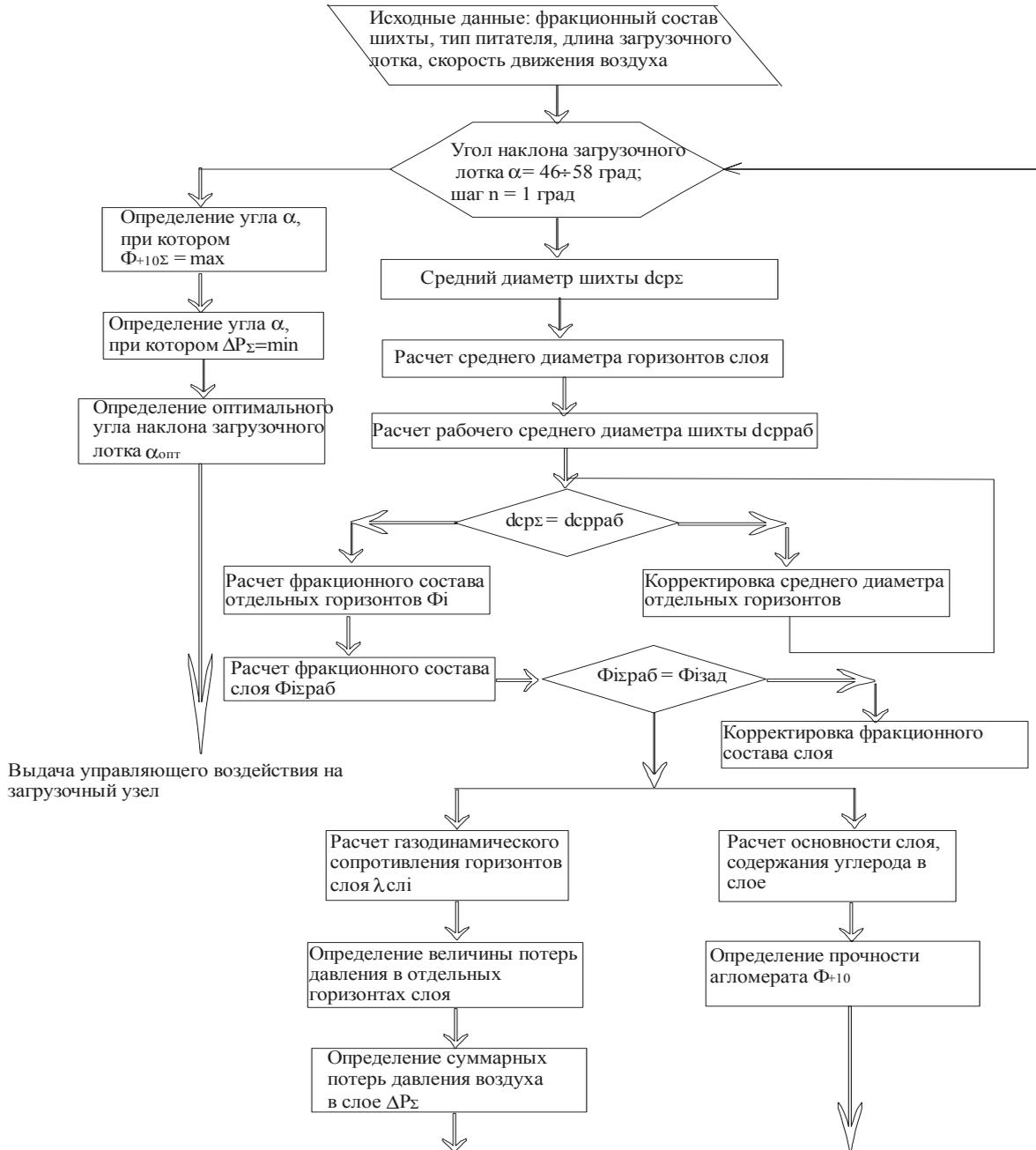


Рис. 1. Структурная схема алгоритма расчета оптимальной структуры слоя агломерационной шихты

Редактирование записи

№ 1 Наименование: Вариант расчета № 01 - В 45

1. Фракционный состав шихты:
 Φ -3, % = 40 Φ 3-6, % = 50 Φ +6, % = 10

2. Размеры определяющих диаметров, мм:

D01, mm	1,5	D11, mm	6,5
D02, mm	2	D12, mm	7
D03, mm	2,5	D13, mm	7,5
D04, mm	3	D14, mm	8
D05, mm	3,5	D15, mm	8,5
D06, mm	4	D16, mm	9
D07, mm	4,5	D17, mm	9,5
D08, mm	5	D18, mm	10
D09, mm	5,5	D19, mm	10,5
D10, mm	6	D20, mm	11

3. Тип питателя: Вибрационный

4. Длина загрузочного лотка L, м: 1

5. Угол естественного откоса A2, градуса: 45
 радиан: 0,78539815

A1, градуса: 49
 радиан: 0,855211318988

6. Высота слоя h, м (м.б. 0,2 м; 0,3 м; 0,4 м): 0,4

7. Скорость просачивания воздуха через слой W0, м/с: 1

Отмена Применить

Рис. 2. Иллюстрация ввода исходных данных

Углерод по горизонтан:	Основность шихты по горизонтан:	Прочность по горизонтан:
C1 = 5,14089211374898	Осн 1 = 1,67340901687704	Φ +10 (1) = 13,36379636052
C2 = 4,17363032491471	Осн 2 = 1,27667936931454	Φ +10 (2) = 13,3887407867289
C3 = 3,71606629406848	Осн 3 = 1,17485070929317	Φ +10 (3) = 14,6486741646412
C4 = 3,10816080281678	Осн 4 = 1,10054945817961	Φ +10 (4) = 16,0227794235626
Общее содержание углерода С общ = 16,139749635549	Средняя основность слоя: Осн = 1,44958702809045	Средняя прочность: Φ +10 = 14,3150638714904

Рис. 3. Определение содержания углерода, основности шихты и прочности агломерата с помощью программы

Выводы

Таким образом, представленная программа позволяет определить в реальных условиях и в режиме реального времени оптимальное управляющее воздействие в

виде угла наклона загрузочного лотка, обеспечивающее максимальную прочность при минимальных потерях давления фильтрующего воздуха. С помощью описанной программы проведено моделирование процесса

загрузки шихты на аглоленту для агломашин №№ 2,4,5 комбината «Запорожсталь». Анализ полученных данных показывает высокую сходимость результатов (величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,95$).

Литература

1. Пазюк, М.Ю. Исследование сегрегации топлива в слое шихты [Текст] / М.Ю. Пазюк, В.И. Гранковский // Известия вузов. Черная металлургия. - 1982. - № 12. - С. 6-8.
2. Абзалов, В.М. Методика оперативного определения коэффициента газодинамического сопротивления слоя окатышей [Текст] / В.М. Абзалов, В.А. Горбачев, В.И. Клейн // Сталь. - 2000. - №12. - С.1-2.
3. Абзалов, В.М. газодинамика слоя сырых окатышей на обжиговой машине [Текст] / В.М. Абзалов, В.И. Клейн // Сталь. - №1. - 2003 г. - С. 17-20.

Abstract

The article considers the possibility of automation of the charge formation when the number of points of direct control is limited, and the operational conditions of the equipment are rapidly changing under the influence of external factors. It is reasonably to construct modern automation systems of sinter production, using the digital computer technologies, which are based on the mathematical models of technological processes. The application of the distribution models of charge particles of various chemical and granulometric composition, and its effect on gas-dynamic regime of sinter machine and sinter strength, underlie the creation of the predictive algorithm of the properties of emerging layer. On the basis of the algorithm, the application program was designed to work in real-time and adviser modes. The algorithm has got approval in actual time as an adviser of technological personnel

Keywords: sinter charge, fraction, gas-dynamic resistance, sinter strength, control algorithm, models of the layer charge formation, control action, data collection, compulsory checking

Проаналізовані методи розрахунку кількості транспортних засобів. Запропоновано підхід до розрахунку кількості транспортних засобів при обслуговуванні визначених замовників з заданими параметрами матеріального потоку

Ключові слова: логістична система, розрахункова кількість транспортних засобів, матеріальний потік, організація перевезень

Проанализированы методы расчета количества транспортных средств. Предложен подход к определению количества транспортных средств при обслуживании заказчиков с заданными параметрами материального потока

Ключевые слова: логистическая система, расчетное количество транспортных средств, материальный поток, организация перевозок

УДК 656.13

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОЇ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ ЗАМОВНИКІВ З ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ

В.К. Доля

Доктор технічних наук, професор*

А.С. Галкін

Асистент*

*Кафедра транспортних систем і логістики

Харківська національна академія міського господарства

вул. М. Бажанова, 17, м. Харків, Україна, 61100

Контактний тел.: 093-196-50-04

E-mail: andrey_g@mail.ru

У ринкових умовах господарювання розрахунок кількості транспортних засобів для надання авто-транспортних послуг не втратив своєї актуальності.

Для розрахунку потрібної кількості транспортних засобів (ТЗ) розрізняють наступні умови для обслуговування клієнтів (об'єктів) [1-6]: 1) ТЗ постійно за-