

УДК 621.3.078

**С. Ф. ЖУКОВ** (д-р техн. наук, проф.), **А. И. ВАЖИНСКИЙ**  
 Государственное высшее учебное заведение  
 «Донецкий национальный технический университет»  
 center@quantum.com.ua

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ВЕСОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ

*Рассматривается процесс автоматизации подготовки шихтовых материалов агломерационного процесса с заданной производительностью и качеством.*

**Весовое дозирование, предиктор, система визуализации, электротехнический комплекс.**

В технологии агломерации очень важно соблюдать весовое соотношение всех компонентов шихты для обеспечения стабильного химического состава. При этом руда является основным компонентом, поэтому ставится задача качественного управления и регулирования процессом дозирования руды. Основной проблемой при дозировке является временное рассогласование процесса выдачи материала из бункера и процесса измерения текущего веса материала на транспортере. Фактически это время задержки является временем прохождения материала от бункера до весоизмерителя.

Для улучшения процесса регулирования дозированием руды и для ликвидации временной задержки управляющего воздействия целесообразно разработать программу управления дозированием, учитывающую динамику агломерационного процесса [1]. Данная программа должна основываться на математической модели системы рудных бункеров, транспортеров и весоизмерителей. В итоге программа должна своевременно выдавать управляющее воздействие для дозаторов каждого из бункеров при изменении задания общего веса руды и регулировании процесса дозирования.

Для реализации системы необходима математическая модель зависимости производительности питателя от его частоты вращения:

$$P = f(F) \quad (1)$$

где  $P$  – производительность (кг/м);

$F$  – частота вращения питателя (Гц).

Будем считать эту зависимость линейной, тогда математическая модель будет выглядеть следующим образом:

$$P = A \cdot F + B \quad (2)$$

Коэффициенты  $A$  и  $B$  будут различными для каждого из рудных бункеров и будут сгруппированы в специальный блок данных, обрабатываемый подсистемой прогнозирования.

В данной системе используется схема управления с реакцией на время запаздывания (Предиктор Смита) [2]. На рис. 1 представлена схема управления для одного бункера :

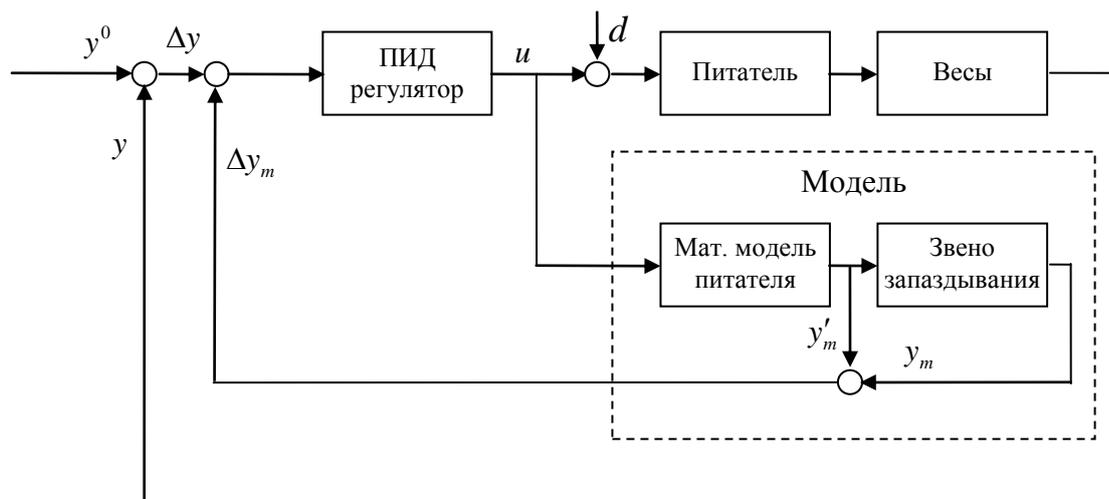


Рисунок 1 -. Схема управления скоростью питателя бункера с использованием Предиктора Смита.

На представленной схеме  $y^0$  – текущее задание, оно сравнивается с фактическими показаниями весов  $y$ . В результате получаем сигнал ошибки:  $\Delta y = y^0 - y$ . Ошибка  $\Delta y$  является запаздывающей, т.к. показания

весов  $y$  отстают во времени на период  $\tau$ . Поэтому далее она сравнивается с моделируемой ошибкой  $\Delta y_m$ , которая равна разности между производительностью питателя, вычисленной по математической модели,  $y'_m$  и той же производительностью через период  $\tau$ :  $\Delta y_m = y'_m - y_m$  (3)

Результирующая ошибка подается на ПИД регулятор, который выдает управляющее воздействие  $u$ . По этому воздействию вычисляется предполагаемая производительность питателя  $y'_m$ . На выходе звена запаздывания выдается предполагаемые показания весов  $y_m$ . Таким образом, данная схема управления обеспечит быстрое регулирование производительности питателей бункеров. При этом для бункеров, удаленных на разное расстояние от весов, представится возможность использовать один ПИД регулятор (с одними и теми же параметрами), разными в данном случае будут звенья запаздывания (фактически время прохождения материала от бункера до весов)

Данная система управления дозированием рудных компонентов шихты содержит несколько подсистем:

1. Подсистема сбора и анализа входных величин, коэффициентов и измеряемых параметров.
2. Подсистема прогнозирования управляющих воздействий, основанная на математической модели.
3. Подсистема непосредственного управления и выдачи управляющих воздействий на дозаторы рудных бункеров.

Сам процесс дозирования компонентов шихты представляет собой следующее: вдоль цепи ленточных конвейеров находятся бункеры с различными компонентами шихты, все эти компоненты в заданной пропорции сыплются на ленту конвейера, далее эта смесь направляется в барабан первичного смешивания. На нескольких участках цепи конвейеров находится весоизмерительное оборудование, контролирующее текущий вес шихты. Бункеры кокса и известняка содержат собственные ленточные весовые дозаторы.

Подсистема сбора и анализа входных величин получает данные о текущем весе шихты на различных участках цепи конвейеров. Эти данные обрабатываются, и на монитор дозировщика выводится текущий вес шихты с учетом веса отдельных компонентов. Также для кокса и известняка выводится текущий вес для каждого бункера. При этом данные с каждой контрольной точки, где вес шихты изменяется, записываются в соответствующий массив, который каждую секунду сдвигается в соответствии с движением шихты по транспортерам.

Технологически важно равномерное распределение шихты по ленте в соответствии с заданным весом и заданной пропорцией всех ее компонентов. Для достижения данного критерия была разработана подсистема прогнозирования управляющих воздействий. Математическая модель отвечает за учет временных задержек, связанных с движением шихты от бункера к весам и с движением шихты по транспортеру до следующего бункера. Таким образом, сформированное управляющее воздействие для каждого бункера динамически подается на соответствующий питатель в соответствующий момент времени. Данные о расчетном весе материала, выдаваемого из каждого бункера, также записываются в сдвигаемый во времени массив. Элементы этих спрогнозированных для каждого бункера массивов участвуют в расчете управляющего воздействия для частотного преобразователя соответствующего бункера.

На рис. 2 представлена структура объекта управления с запаздыванием реакции на управляющие воздействия

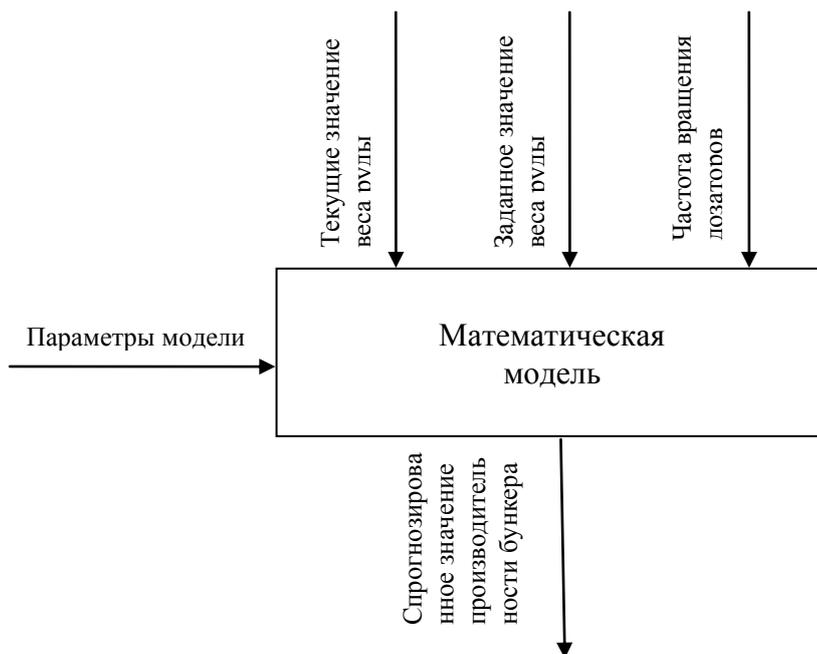


Рисунок 2 - Структура объекта управления

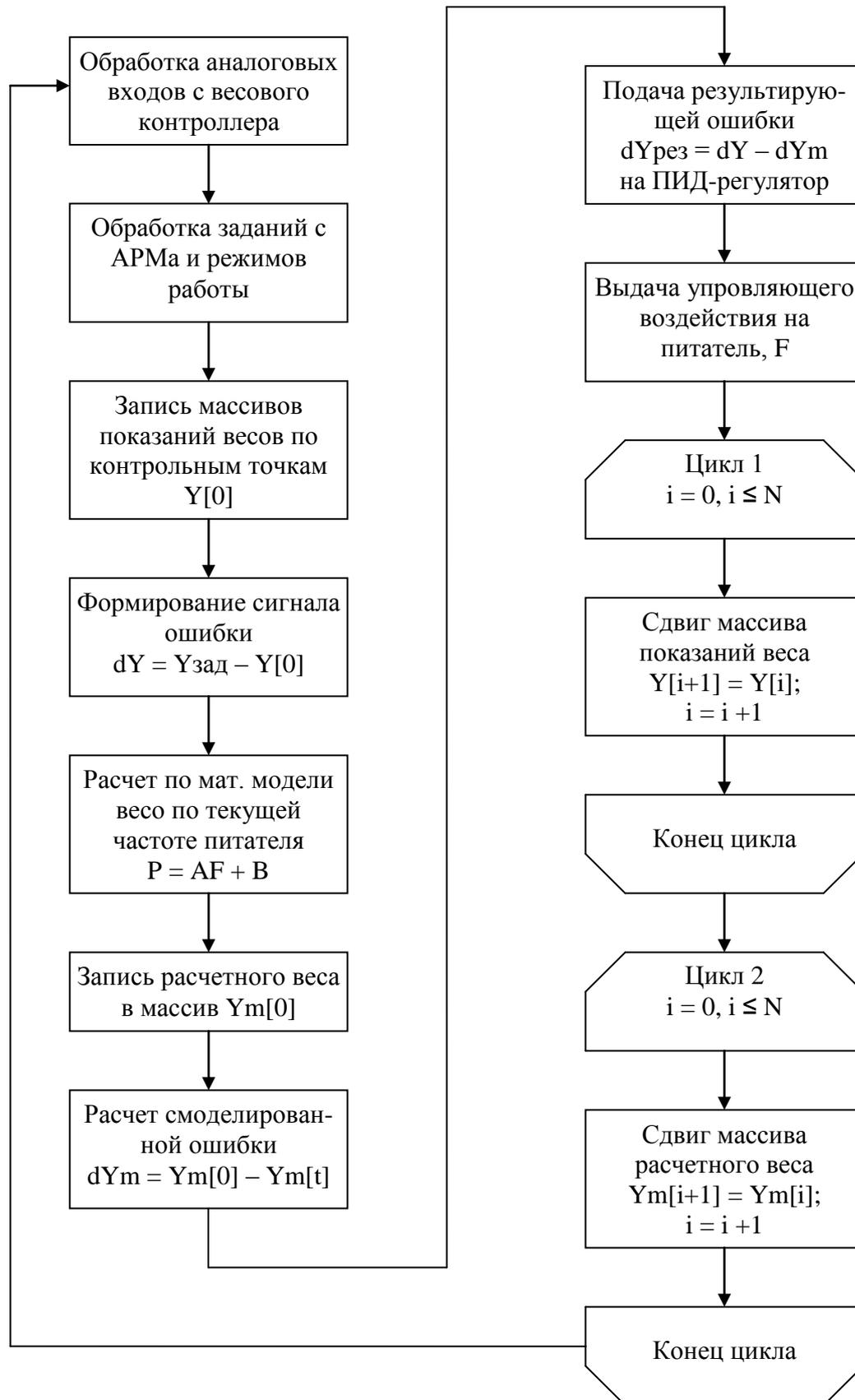


Рисунок 3- Алгоритм работы системы

Реализация системы управления представлена на рис. 3. Систему управления была реализована с использованием программируемых логических контролеров Simatic и систем визуализации Wonderware InTouch. Окно параметрирования и контроля за работой САР дозированием шихты (рис. 4) содержит:

- поля ввода параметров ПИД – регуляторов для системы с использованием звена запаздывания и для системы с использованием предиктора;
- поля ввода параметров математических моделей для рудных бункеров;
- кнопку включения/отключения САР с использованием предиктора;
- данные о расчетном весе руды;
- фактический и расчетный вес – для контроля функционирования математической модели.

Рисунок 4 - Окно параметрирования и контроля работы САР

Результатом проведенных исследований явилось:

- получение математической модели дозирования сыпучих материалов, исключая влияние транспортного запаздывания;
- разработка на основе полученной математической модели системы управления электротехническим комплексом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков С.Ф. Автоматизация процессов управления и диагностирования электротехнических комплексов металлургического производства / Жуков С.Ф., Важинский А.И. // Технічна електродинаміка: тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки». – 2010. – Ч.1. – С.181-184.

2. Гриценко А.В. Улучшение качества алгоритма управления «Предиктор Смита» посредством автоматического вычисления времени запаздывания / Гриценко А.В. // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004. – №12. – с.32-37.

Надійшла до редколегії 01.04.2011

Рецензент: М.В.Гребченко

С. Ф. ЖУКОВ, А. І. ВАЖИНСЬКИЙ  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»

S. ZHUKOV, A. VAZHINSKY  
State Institution of Higher Education  
«Donetsk National Technical University»

**Система управління електротехнічним комплексом вагового дозування.** Розглядається процес автоматизації підготовки шихтових матеріалів агломераційного процесу з заданою продуктивністю і якістю.

**Вагове дозування, предиктор, система візуалізації, електротехнічний комплекс.**

**Control System of Weight Dosing Electrical Equipment.** The process of automatic control for preparing raw materials for the production of agglomerate and required relation of components and productivity are considered.

**Weighted metering, a predictor, visualization system, electrical complex.**