УДК 621.3.076

С.В. ЛЯПУШКИН, к.т.н., старший преподаватель (НИ ТПУ)
К.Н. НЕГОДИН, студент гр. 5АМ6Ж (НИ ТПУ)
г. Томск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Автоматические системы дозирования сыпучих материалов широко используются в пищевой,фармацевтической и строительной промышленности для транспортировки и приготовления смесей сыпучих материалов.

В результате анализа систем многокомпонентного дозирования предлагается автоматизированная система управления процессами дозирования и смешивания сыпучих материалов. Система представляет собой многоуровневую систему с микропроцессорным управлением электроприводом шнековых питателей технологического оборудования.

Функциональная схема автоматической системы дозирования и смешивания компонентов комбикормов представлена на рис. 1.[1]

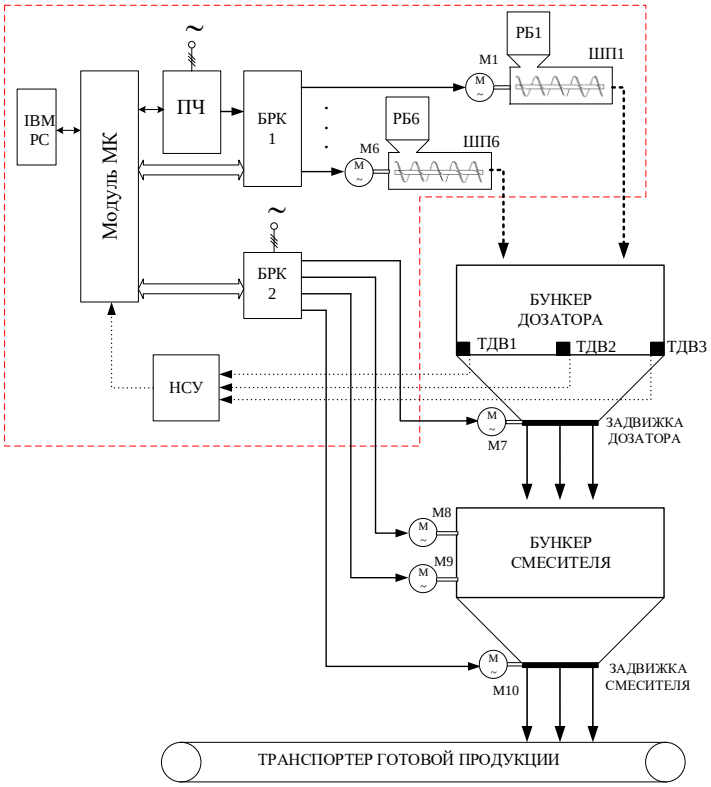


Рисунок 1. Функциональная схема автоматизированной системы дозирования сыпучих материалов с частотно регулируемым электроприводом

Необходимую точность дозирования в системах дозирования получают за счет организации замкнутого контура регулирования по весу, максимальное быстродействие здесь достигается за счет того, что регулятор веса большую часть времени дозирования находится в насыщении. Ввиду того, что свойства дозируемых компонентов обладают нестационарными свойствами, существенно влияющими на сыпучесть материала, то повторно получить дозирование материала с заданной точностью становится проблематично. Для уменьшения ошибки дозирования, в контур регулирования веса включается алгоритм коррекции ошибки дозирования на основе статистических данных

Текущая ошибка дозирования определяется так:

$$\Delta m_{ij} = m_{зi} - m_{ij},$$

где i – текущий цикл дозирования; j – цикл расчета в реальном времени с шагом расчета 333 мс; $m_{зi}$– задание на дозирование для текущего цикла; m_{ij} – текущая масса дозируемого материала.

Задание на частоту вращения АД электропривода определяется по формуле:

$$f_{зj} = k_{рвi} \cdot \Delta m_{ij}.$$

При ограничения

$$f_{зj} = f_{з\max}, \text{ если } f_{зj} > f_{з\max} \text{ и } f_{зj} = f_{з\min}, \text{ если } f_{зj} < f_{з\min j-1},$$

Где $k_{рвj}$ - коэффициент регулятора веса для каждого шага расчета; $f_{з\max}$и $f_{з\min}$ – расчетные ограничения на частоту вращения шнекового дозатора.

Для повышения производительности и уменьшения времени работы на минимальной скорости включается таймер времени работы режима «плавного регулирования скорости».

При превышении времени дозирования увеличиваются минимальная скорость и коэффициент регулятора веса:

$$f_{з\min j} = f_{з\min j-1} + \Delta f_{з\min 1};$$
$$k_{рвj} = k_{рвi\text{-}1} + \Delta k_{рв1},$$

где параметры $\Delta f_{з\min 1}$и $\Delta k_{рв1}$определяются экспериментально.

При длительной работе электропривода на минимальной скорости, включается таймер контроля минимальной скорости и существенно увеличивается минимальная скорость работы шнекового питателя:

$$f_{з\min j} = f_{з\min j-1} + \Delta f_{з\min 2};$$
$$\Delta f_{з\min 2} > \Delta f_{з\min 1}.$$

Дозирование следующего цикла управляется алгоритмом задания на вес с учетом предыдущего дозирования.

Исходным параметром является ошибка дозирования по весу предыдущего цикла дозирования:

$$\Delta m_{зi-1} = m_{зi-1} - m_{i-1},$$

где $m_{зi\text{-}1}$ – значение заданной массы; $m_{i\text{-}1}$ – значение отработанной массы.

Коррекция на задание определяется по формуле:

$$m_{\text{доп}i} = m_{\text{доп}i-1} \pm \frac{\Delta m_{i-1}}{K_1},$$

где коэффициент $K_1 \approx 2$ – подбирается экспериментально.

Расчет задания с коррекцией определяется следующим выражением:

$$m_{зi} = m_з - m_{\text{доп}i}.$$

Разработанный алгоритм был реализован на языке СИ с помощью *S-Function Builder*в*MATLAB Simulink*. Исследована имитационная модель системы дозирования сыпучих материалов с использованием алгоритма коррекции ошибки дозирования на основе статистических данных. Имитационная модель представлена на рис. 2.

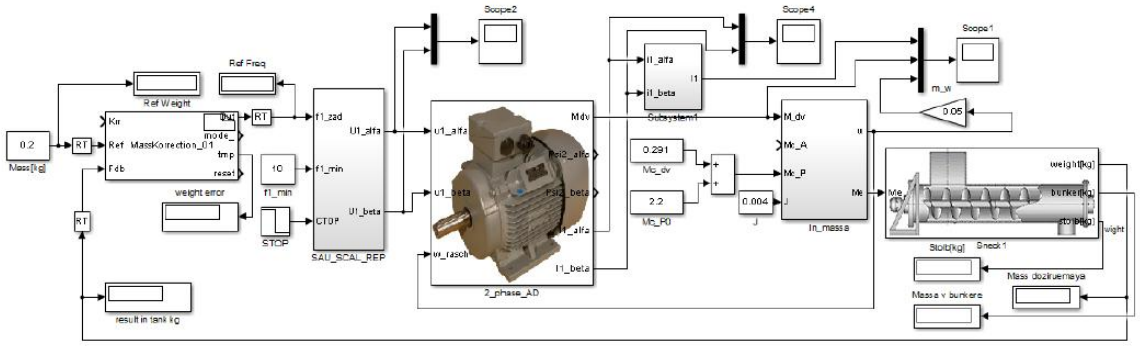
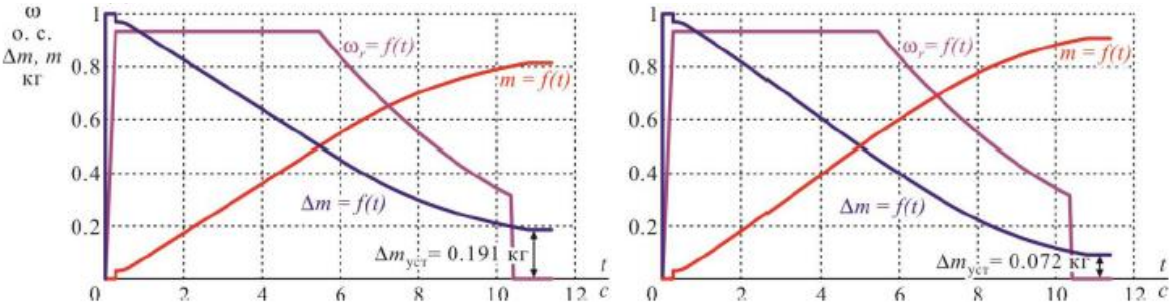


Рисунок 2. Модель системы дозирования с совместным использованием алгоритмов компенсации ошибки дозирования

Результаты моделирования представлены на рисунке 3.



а) б)

Рисунок 3. Переходные процессы дозирования при а) первом цикле дозирования б) $К_{рв}$=225 с учетом алгоритмов компенсации ошибки при последнем цикле дозирования

Заключение

В результате анализа технической и патентной литературы, в данной предметной области, сделан вывод, что наиболее оптимальной системой для производства комбикормов является дозирование всех компонентов комбикорма в общем бункере дозатора, при перемещении каждого компонента отдельным шнековым дозатором.

Установлено, что для уменьшения ошибки дозирования в контур регулирования веса необходимо ввести алгоритм коррекции ошибки на основе статистических данных. Выявлено, что применение алгоритма коррекции ошибки дозирования на основе статистических данных позволяет уменьшить абсолютную ошибку в 2,6 раза.

Список источников

1. Bukreev V. G., Lyapushkin S. V., Gusev N. V. Accuracy Enhancement of Electrotechnical System for Bulk Material Batching (Article number 01025) // MATEC Web of Conferences. – 2014 – Vol. 19, Article number 01017. – P. 1-4.
2. Букреев В.Г., Гусев Н.В., Нечаев М.А., Краснов И.Ю., Кремис С.Ю. АСУ ТП производства комбикормов на базе контроллера FastwelRTU188-BS/ Журнал «Современные Технологии Автоматизации», изд.2006 г., №1.
3. Каталымов Анатолий Васильевич. Дозирование сыпучих и вязких материалов / А. В. Каталымов, В. А Любартович. – Л. : Химия, 1990. – 240 с..