

УДК.681.269

Т.Г. ДОПЕРЧУК, М.В. ГАРАНЖА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Украина

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ДОЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

Выявлены источники возникновения погрешностей при дискретном весовом дозировании. Рассмотрены методы повышения точности дозирования. Проведен поиск путей снижения динамической составляющей погрешности.

дискретное весовое дозирование, питатель, весовой бункер, мертвое запаздывание, динамическая погрешность, переменная инерционность, точность

Введение

Постановка проблемы. Одним из важнейших факторов экономического развития является повышение качества выпускаемой продукции. В большинстве отраслей материального производства, таких как химическая, строительная промышленность, металлургия и др., качество выпускаемых изделий зависит от технологических свойств применяемых материалов, которые определяются точностью поддержания их состава.

Таким образом, возникает необходимость в обеспечении высокоточного дозирования компонент смесей. До настоящего времени не существовало автоматических систем, обеспечивающих точность дозирования компонент на уровне предъявляемых существующими технологическими процессами требований, при сохранении высокой производительности. Высокоточное дозирование, как правило, осуществляется вручную, что значительно снижает производительность.

Анализ исследований и публикаций. В процессе исследований, направленных на выявление источников возникновения и характера изменения составляющих погрешности автоматического дозирования [1], обнаружилось следующие основные составляющие погрешности (в скобках указаны средние приведенные значения составляющих для усло-

вий высокопроизводительного дозирования):

- 1) переменная инерционность загружающего устройства (питателя), зависящая от степени равномерности производительности загрузки, свойств дозируемого материала, высоты его падения в весовой бункер и возникающей при этом реактивной силы (1,2 – 2%);
- 2) высокочастотные динамические помехи, возникающие в результате ударов кусков материала при падении в весовой бункер (0,4%);
- 3) налипание дозируемого материала на стенки бункера, изменяющие массу тары (0,7%);
- 4) нелинейность и гистерезис силоизмерительного датчика, влияние температуры на чувствительность и уход нуля (0,1%);
- 5) изменение под влиянием температуры сопротивления кабеля (0,05%);
- 6) нелинейность, вариация, влияние температуры на измерительный преобразователь (0,1%).

Составляющие погрешности второй – шестой групп достаточно эффективно корректируются известными аппаратными и структурными способами.

Вместе с тем, до настоящего времени отсутствовали эффективные методы коррекции составляющих погрешности дозирования, обусловленных переменной инерционностью загружающих устройств.

В системах автоматического регулирования и управления используются термины *чистое запазды-*

вание, характеризуемое временной задержкой между моментом измерения параметра и регулятором, и мертвое запаздывание, характеризуемое временной задержкой между управляющим воздействием и моментом начала его влияния на регулируемую величину [2].

В процессе дозирования время "полета" груза от питателя к бункеру – мертвое запаздывание, причем его величина переменна и зависит от заполненности бункера.

Задачей данной работы является разработка методов повышения точности весового дискретного дозирования за счет компенсации динамической составляющей погрешности, обусловленной переменной инерционностью питателей.

Методы решения проблемы

При весовом дискретном дозировании заданная доза массой M_3 формируется путем подачи питателем материала из расходного бункера в грузоприемное устройство (бункер), установленное на автоматических весах.

При совпадении результата измерения массы материала в весовом бункере с некоторой заранее заданной величиной (уставкой) M_{ycm} вырабатывается команда на прекращение подачи материала. Если $M_{ycm} = M_3$, то из-за инерционности механизма управления питателем, наличия массы материала между питателем и грузоприемным устройством и реактивной силы потока материала возникает погрешность дозирования

$$\Delta_{\partial} = M_{\partial} - M_3, \quad (1)$$

где M_{∂} – фактически отдозированная масса.

Если $\Delta_{изм} \ll \Delta_{\partial}$, где $\Delta_{изм}$ – погрешность измерения массы, то погрешность дозирования можно записать в виде

$$\begin{aligned} \Delta_{\partial} &= \tau_{\partial} Q; \\ \tau_{\partial} &= (1 - \lambda)t_{над} - \lambda V_u / g + t_{з.отк} + t_{изм} \eta, \end{aligned} \quad (2)$$

где τ_{∂} – обобщенный коэффициент дозирования (ОКД);

Q – расход материала, поступающего из питателя;

λ – коэффициент динамики потока материала;

$t_{над}, V_u$ – время падения и начальная скорость истечения материала из питателя;

$t_{з.отк}$ – время запаздывания при отключении питателя;

$t_{изм}$ – длительность цикла измерения массы;

η – коэффициент, зависящий от способа измерения [3].

В соответствии со всем вышесказанным, можно указать следующие основные способы задания уставок M_{ycm_i} :

$$M_{ycm_i} = M_3; \quad (3)$$

$$M_{ycm_i} = M_3 - \Delta_3; \quad (4)$$

$$M_{ycm_i} = M_3 - \left(\Delta_3 + \sum_{j=1}^{j=i-1} \Delta_{\partial_j} \right); \quad (5)$$

$$M_{ycm_i} = M_3 - \tau_{\partial_3} Q_i; \quad (6)$$

$$M_{ycm_i} = M_3 - \left(\tau_{\partial_3} + \sum_{j=1}^{j=i-1} \Delta_{\partial_j} / Q_j \right) Q_i; \quad (7)$$

$$M_{ycm_i} = M_3 - \left(\tau_{\partial_3} Q_i + \sum_{j=1}^{j=i-1} \Delta_{\partial_j} \right), \quad (8)$$

где M_{ycm_i} – уставка дозирования в i -м цикле;

Δ_3 – заданное (постоянное) смещение уставки;

Δ_{∂_j} – погрешность дозирования в j -м цикле;

τ_{∂_3} – заданный (постоянный) ОКД;

$Q_i (Q_j)$ – расход материала в i -м (j -м) цикле дозирования.

При выполнении $M_{\partial} \gg \tau_{\partial} Q$ погрешность не зависит от массы дозы, а определяется способом задания уставок.

Однако нестационарность производительности питателей, вызванная их переменной инерционностью,

стью, определяет значительное влияние случайных погрешностей.

В практике дискретного дозирования уже длительное время применяются двухскоростные питатели: набор основной массы ведется на высокой скорости, а при значении сигнала измерителя массы дозы $M_{изм} \approx 90\%M_3$ – питатель переводится на пониженную скорость.

Широкое распространение получили также итерационные алгоритмы дозирования, когда основная масса (навеска) набирается за короткий промежуток времени, а затем проводится серия довесок, в течение которых питатель включается на короткое время, досыпая материал короткими дозами до тех пор, пока масса дозы не войдет в пределы допуска [4].

Однако последний метод, хотя и позволяет достичь высоких показателей точности, но обладает высоким временем дозирования и ведет к повышенному износу оборудования, работающего в старто-стоповом режиме.

Эксплуатация дозирующего оборудования показывает, что уставки, обеспечивающие нулевое зна-

чение ошибки, для соседних циклов взвешивания в большинстве случаев ближе, чем для удаленных циклов взвешивания. Это объясняется тем, что в соседних циклах из расходного бункера отбирается относительно однородный материал. Основываясь на этом, произведя остановку непосредственно в цикле взвешивания и измерив массу материала, поступившую после подачи команды остановки питателя, можно скорректировать уставку на полученное значение [5].

Для обеспечения высокой скорости дозирования данный метод можно сочетать с использованием двухскоростного питателя (рис. 1).

При этом в начале цикла дозирования производится пробный перевод на пониженную скорость ($t_1 - t_2$) для определения момента перехода на пониженную скорость ($t_4 - t_5$), а перед окончанием для определения момента выключения питателя (t_8) – пробный останов ($t_5 - t_6$) [6].

Участки ($t_2 - t_3$) и ($t_6 - t_7$) служат для определения установившегося режима (постоянная производительность и полный останов соответственно).

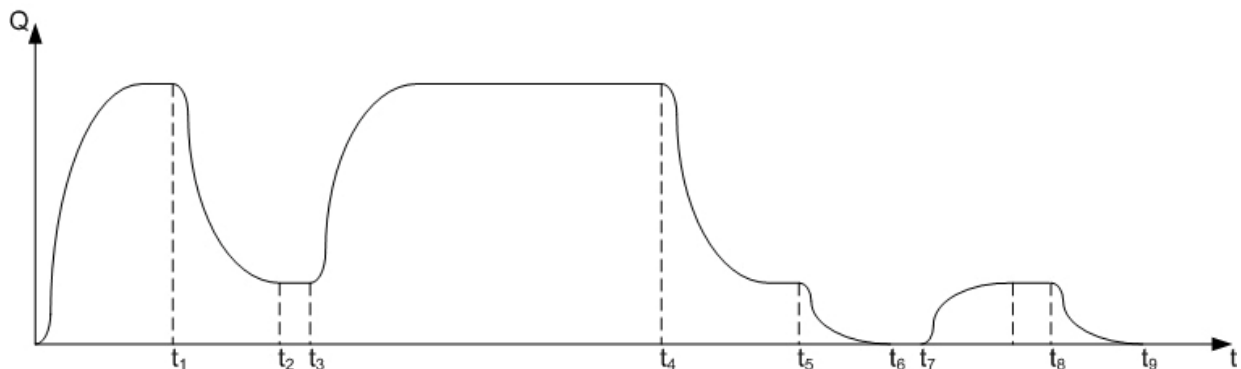


Рис. 1. Алгоритм работы дозатора

Но данный метод может обеспечить высокую точность только при условии стационарности потока материала. Основной причиной нарушения стационарности потока материала является образование заторов в выпускном механизме расходного бункера. Значительно повысить стационарность потока материала можно путем установки обвальных устройств в устье расходного бункера [7].

Выводы и перспективы

Опираясь на результаты анализа литературных источников по вопросам повышения точности дозирования, можно сделать такие выводы:

– существующие системы автоматического дозирования способны обеспечить высокую точность только за счет значительного увеличения времени

дозирования;

– использование линейных регуляторов для управления дозаторами не позволяет добиться высокой точности вследствие значительной нелинейности объекта и наличия в нем мертвого запаздывания;

– одной из основных причин, снижающих точность дозирования, является нестационарность потока материала, поступающего из расходного бункера.

Развитие систем дискретного дозирования возможно с использованием следующих путей:

– использование современных регуляторов (например – нейронных) для управления процессом дозирования;

– установка отсечных устройств на входе измерительного бункера для отклонения избыточной дозы;

– применение предварительной стабилизации потока материала из расходного бункера;

– использование системы динамического изменения потока материала для предсказания нагружаемой массы.

Обеспечение высокой точности дозирования возможно только при комплексном решении всех составляющих погрешности.

Литература

1. Григорьев А.Н. Устройство для снижения погрешности дозирования сыпучих материалов на базе итерационных алгоритмов: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одесса, 1985.

2. Суздальцев А.И., Андреев В.О., Тиняков С.Е. Управление технологическими комплексами и процессами с транспортным запаздыванием // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2002. – № 5. – С. 39-41.

3. Гальченко В.Д., Полунов Ю.Л., Фуфаев Ю.Н. Оценка точности способов весового дискретного дозирования сыпучих материалов // Измерительная техника. – 1987. – №2. – С. 21-22.

4. Малюков И.Ю., Свердлов Т.А. Автоматизированная система управления технологическим процессом дозирования // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. – №4. – С. 9-11.

5. А.с. 1631307 СССР, МКИ G01G 13/24. Способ порционного весового дозирования / А.Е. Чернышев, Р.Н. Галушкевич, Г.Г. Тищенко, В.Н. Горобенко, Л.Е. Цареградский (СССР). – №2126211/10; Заявлено 21.04.75; Опубл. 28.02.91, Бюл.№8.

6. А.с. 1629759 СССР, МКИ G01G 13/24. Способ весового дозирования и устройство для его осуществления / Е.Ф. Литвиненко, А.П. Щеголев, В.И. Баулин, С.П. Войнов, А.С. Плискановский, В.В. Сорокин, Н.Д. Степаненко, Ю.А. Романов, П.И.Югов (СССР). – №4274183/10, 4274182/10; Заявлено 01.07.87; Опубл. 23.02.91, Бюл.№7.

7. А.с. 71655 України, МКІ 7 G01G 13/00. Пристрій для вагового дозування дрібносіпучих матеріалів / В.В. Биковець, О.Г. Гончаренко, В.О. Водоніс, В.В. Пайвін (Україна). – №2002075522; Заявлено 05.07.2002; Опубл. 15.12.2004, Бюл.№12.

Поступила в редакцію 2.10.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Л. Чернявский, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, Харьков.