

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИСКРЕТНОГО ВЕСОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ**

Современные технологические процессы предъявляют к дозировочным комплексам все более жесткие требования по точности и скорости набора, что влечет за собой необходимость разработки новых систем управления.

В ходе предыдущих исследований была определена структура регулятора электромеханической системы дискретного весового дозирования и зависимость постоянных времени корректора динамической погрешности от высоты падения [1]. Для удобства анализа дальнейшее рассмотрение системы предлагается проводить с использованием массы набранного компонента в качестве регулируемой координаты (в отличие от используемого ранее веса компонента). В завершающей стадии дозирования структура системы управления, предложенная в [2] относительно массы компонента будет иметь вид представленный на рис.1.

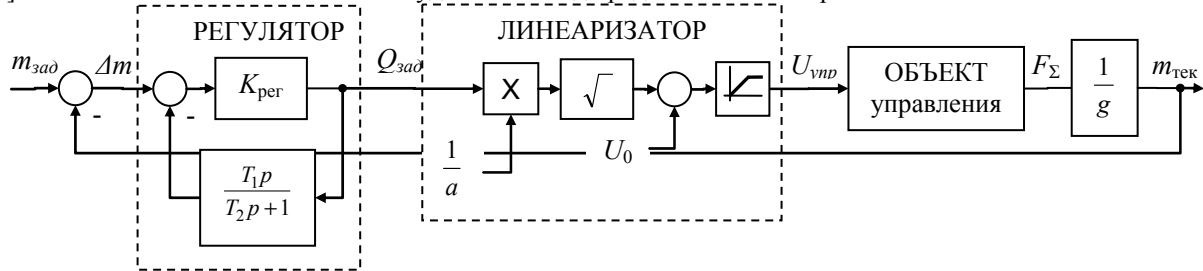


Рис.1. Структура системы управления относительно массы компонента

где  $m_{зад}$  – заданная масса компонента,  $\Delta m$  – ошибка,  $K_{рег}$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  – коэффициент усиления регулятора и постоянные времени корректора динамической погрешности,  $Q_{зад}(t)$  – заданная производительность вибропитателя,  $a, U_0$  – коэффициенты передаточной характеристики вибропитателя, полученные в результате идентификации,  $U_{упр}(t)$  – сигнал управления,  $F_{\Sigma}$  – суммарная сила воздействия на весоизмерительный датчик,  $m_{тек}$  – текущая масса компонента, измеренная путем взвешивания.

При этом постоянные времени корректора динамической погрешности будут рассчитываться следующим образом  $T_1 = \frac{\tau^2}{2}$ ,  $T_2 = \frac{\tau}{2}$ . Для полного определения параметров регулятора необходимо для конкретной высоты падения материала знать значение коэффициента усиления  $K_{рег}$ , при котором с одной стороны достигается минимальное время набора, с другой - требуемая точность.

**Цель работы** – определить, зависимость от высоты падения коэффициента усиления регулятора, обеспечивающего максимальное быстродействие без перерегулирования.

**Материалы исследования.** С целью определения указанной выше зависимости проведен математический эксперимент, в ходе которого для различных значений высоты падения  $h = 0,5; 1,0; \dots; 3,0$  производился поиск максимального значения коэффициента  $K_{рег}$ . В качестве критерия выбрано условие постоянства знака второй производной сигнала обратной связи, т.е. монотонность изменения производительности вибропитателя. Точки зависимости коэффициента усиления регулятора  $K_{рег}$  от высоты падения  $h$ , показанные на графике (рис. 2.), хорошо описываются линейной функцией. Зависимость, полученная путем регрессии, в численном выражении выглядит следующим образом  $K_{рег} = 1,18 - 0,19h$ . Параметры регулятора ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $K_{рег}$ ), рассчитанные по указанным выше формулам на основании результатов идентификации в начальной стадии дозирования, обеспечивают максимальное быстродействие системы в заключительной стадии дозирования без потери точности.

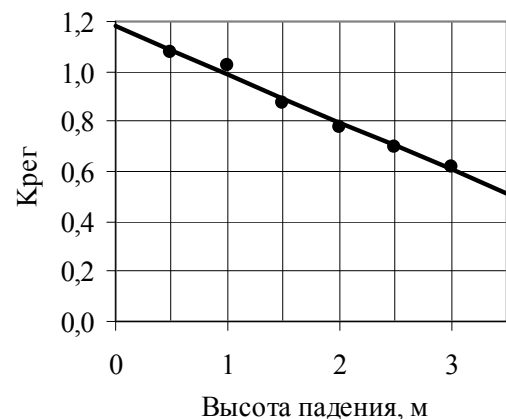


Рис.2. Зависимость коэффициента усиления регулятора от высоты

В ходе работы путем математического моделирования проведено сравнение быстродействия системы управления с идентификатором и системы, работающей в режиме «грубо/точно». При этом использовалась математическая модель объекта управления, приведенная в [3]. Для фиксированной высоты падения материала с помощью подбора параметров системы управления добивались минимальной продолжительности процесса при

допустимой ошибке дозирования. Наглядно зависимость продолжительности набора от высоты падения для различных систем показана на рис. 3. Из представленных графиков можно заключить, что при высоте падения больше 0,6 м система с идентификатором (кривая 2) имеет более высокое быстродействие чем система без него (кривая 1) и следовательно является более предпочтительной для использования в многокомпонентных дискретных весовых дозаторах с высотой падения большей указанного выше значения.

Не стоит упускать из виду еще одну возможность повышения быстродействия системы с идентификатором. А именно, при неизменности рецепта (заданных количеств компонентов) и повторяемости через малые промежутки времени производить идентификацию не в каждом цикле дозирования. Данный путь позволяет сократить время набора каждого компонента на 3 секунды. Зависимость быстродействия системы при использовании данных предшествующего цикла дозирования представлено на рис.3. кривой 3. Как видим, во всем диапазоне высоты падения быстродействие системы выше чем у системы без идентификации.

Тестирование алгоритма идентификации и регулятора, базирующихся на разработанной методике и установленных зависимостях проводилось на стенде, описанном в [2]. Заданная доза составляла 200 г, высота падения – 0,8 м. Эффективность системы с идентификатором оценивалась относительно системы, работающей в режиме «грубого» и «точного» набора. Напряжение «грубого» набора составляло 4,91 В (13330 ед. ЦАП), «точного» - 1,5 В (4075 ед. ЦАП). Переход на режим «точного» набора происходил при достижении текущим весом значения 120 г. Графики набора компонента показаны на рис.4., где система «грубо/точно» представлена множеством точек 1, а система с идентификацией – множеством 2. Выигрыш по времени достигается за счет значительного сокращения длительности досыпки.

**Выводы.** Закон управления в завершающей стадии дозирования, основанный на установленной зависимости искажения сигнала обратной связи от высоты падения материала и использующий данные идентификации параметров объекта управления, полученных на начальной стадии, позволяет сократить продолжительность набора компонента.

Установленная путем математического моделирования зависимость коэффициента усиления регулятора от высоты падения материала совместно с определенными ранее постоянными времени корректора динамической погрешности полностью определяет параметры регулятора на основании результатов идентификации. При этом обеспечивается максимальное быстродействие системы дискретного весового дозирования без потери точности.

При высоте падения материала более 0,6 м быстродействие системы с идентификацией выше, чем для системы работающей в режиме «грубо/точно».

Лабораторные испытания алгоритма идентификации передаточной характеристики и закона управления вибропитателя подтверждают результаты теоретических исследований и математического моделирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Осадчий В.В. Повышение быстродействия электромеханической системы многокомпонентного весового дозирования. *Технічна електродинаміка*. №4, - Київ, 2010, с 48-53.
2. Бондаренко В.І., Пирожок А.В., Осадчий В.В. Синтез системы управления электромеханического устройства дозирования вибрационного типа. // Сборник научных трудов Днепропетровского государственного технического университета. – Дніпродзержинськ: ДГУ. - 2007. – С. 74-75.
3. Осадчий В.В., Садовой А.В. Идентификация передаточной характеристики вибропитателя в процессе дискретного весового дозирования - Тематичний випуск науково-технічного журналу «Електроінформ». «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика». – Львів, 2009. С.329-330.

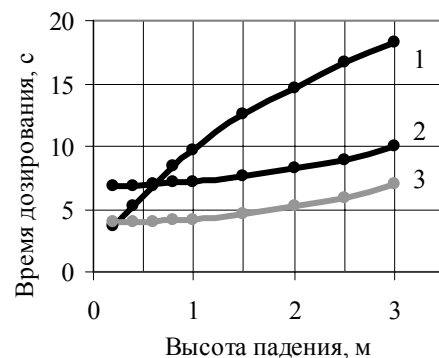


Рис.3. Сравнение систем по быстродействию

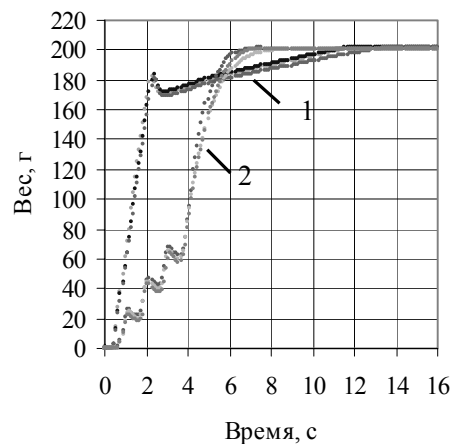


Рис.4. Результаты лабораторных испытаний