

Еруланова Айжан Ерулановна

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДАМИ РАСШИРЕННЫХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И КОМПЕНСАЦИИ ДИНАМИКИ ОБЪЕКТА И ВОЗМУЩЕНИЙ

Рассмотрено применение метода расширенных частотных характеристик и метода компенсации динамики объекта и возмущений для синтеза системы управления расходом сыпучих материалов. Определены настроечные параметры пропорционально-интегрального регулятора, обеспечивающие близкий к оптимальному процесс регулирования.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/6/17.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 6 (73). С. 57-61. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/6/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

В дальнейшем реализованную систему тестирования, при необходимости, планируется усовершенствовать за счет:

- а) расширения спектра стратегий отклика для моделей пользователей;
- б) расширения методов генерации профилей пользователей и баннеров путем применения методов анализа данных к информации, получаемой в результате работы используемых на сегодняшний день алгоритмов ротации.

Список литературы

1. **Дронов В. И.** Система тестирования алгоритмов ротации мобильных баннеров // Материалы 50-й юбилейной международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс». Секция «Информационные технологии». Новосибирск, 2012. 146 с.
2. **Касьмова Д. Н.** Разработка системы показа мобильной контекстной рекламы // Бизнес-информатика. 2009. № 2. С. 20-26.
3. **О персональных данных:** Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ (принят ГД ФС РФ 8 июля 2006 г.; одобрен СФ ФС РФ 14 июля 2006 г.) // Российская газета. 2006. 29 июля.
4. **Официальный сайт проекта «Google Analytics»** [Электронный ресурс]. URL: <http://www.google.com/intl/ru/analytics/> (дата обращения: 25.05.2013).
5. **Официальный сайт проекта «Яндекс помощь»** [Электронный ресурс]. URL: <http://help.yandex.ru/metrika> (дата обращения: 25.05.2013).
6. **Рогов С., Намнот Д.** Тестирование производительности Web-серверов // Открытые системы. СУБД. 2002. № 12. С. 55-64.
7. **Egevang K. B., Francis P.** RFC 1631 (The IP Network Address Translator (NAT)) [Электронный ресурс]. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc1631> (дата обращения: 25.05.2013).
8. **Egevang K. B., Srisuresh P.** RFC 3022 (Traditional IP Network Address Translator) [Электронный ресурс]. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc3022> (дата обращения: 25.05.2013).
9. **Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J. M.** Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1994.
10. **Kristol D. M., Montulli L.** RFC 2965 (HTTP State Management Mechanism) [Электронный ресурс]. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc2965> (дата обращения: 25.05.2013).
11. **Manning C. D., Raghavan P., Schütze H.** Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008.

УДК 681.51

Технические науки

Рассмотрено применение метода расширенных частотных характеристик и метода компенсации динамики объекта и возмущений для синтеза системы управления расходом сыпучих материалов. Определены настроечные параметры пропорционально-интегрального регулятора, обеспечивающие близкий к оптимальному процесс регулирования.

Ключевые слова и фразы: метод расширенных частотных характеристик; синтез; пропорционально-интегральный регулятор; метод компенсации динамики объекта и возмущений.

Еруланова Айжан Ерулановна

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

A_Erulanova@BK.ru

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДАМИ РАСШИРЕННЫХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И КОМПЕНСАЦИИ ДИНАМИКИ ОБЪЕКТА И ВОЗМУЩЕНИЙ[©]

Задача синтеза систем является одной из главных как в теории, так и в практике автоматического управления. В данной статье рассмотрено применение метода расширенных частотных характеристик (РЧХ) и метода компенсации динамики объекта и возмущений для синтеза систем автоматического управления (САУ) расходом сыпучих материалов. Показан сравнительный анализ синтеза САУ двумя методами.

В настоящее время разработаны машинные способы синтеза САУ методом пространства состояний. Однако, наряду с новыми, по-прежнему применяются и старые, хорошо разработанные и многократно апробированные методы, основанные на частотных характеристиках [2].

Метод РЧХ относится к параметрическому синтезу САУ. Метод компенсации динамики объекта и возмущений относится к методам синтеза систем в пространстве состояний [1].

Для математической модели объекта управления, описанного в [4], рассмотрим и сравним применение этих методов синтеза.

1-й случай. Синтез методом РЧХ

Требования, которым должен удовлетворять оптимальный процесс регулирования по РЧХ:

1. Затухание переходного процесса должно быть интенсивным.
2. Динамическая ошибка регулирования должна быть минимальной.

3. Продолжительность переходного процесса должна быть минимальной.

Однако указанные требования плохо поддаются формализации, и, следовательно, их трудно использовать в аналитических методах синтеза систем управления, в частности, в методе РЧХ.

На практике наибольшее применение нашли интегральные оценки, в частности, квадратичные. Простейшей является линейная квадратичная оценка

$$I = \int_0^{\infty} \sigma^2(t) dt. \quad (1)$$

Выбор параметров системы по (1) приводит к большому перерегулированию в системе с соответствующим уменьшением запаса устойчивости. Но, если ограничить степень колебательности, то минимизация интегрального критерия даёт хороший результат [2].

Использование линейного квадратичного критерия качества (1) в совокупности с изложенными выше требованиями к переходному процессу даёт возможность определить необходимые параметры настройки автоматического регулятора.

В методе РЧХ задача настройки состоит в том, чтобы в заданной системе регулирования выбрать и установить настроечные параметры регулятора, обеспечивающие минимум интегрального критерия качества (1) при заданной степени колебательности.

Первым требованием, которому должен удовлетворять оптимальный процесс регулирования, как было установлено выше, является интенсивность затухания переходного режима. Однако это лишь качественная характеристика затухающего процесса. Конкретизируем меру интенсивности затухания, введя понятие о степени затухания процесса регулирования.

Решение линейного дифференциального уравнения системы автоматического регулирования имеет вид:

$$x = \sum_{k=1}^n A_k e^{p_k t}, \quad (2)$$

и характер колебаний системы зависит от корней p_k характеристического уравнения.

Наложим на корни p_k ограничение следующего вида:

$$p_k = -m\omega + j\omega, \quad (3)$$

где m – степень колебательности.

Этим корням соответствуют колебательные составляющие переходного процесса вида

$$x_k = A_k e^{-m\omega t} \cos \omega t, \quad (4)$$

где ω – частота колебаний.

Наложенные на корни p_k ограничения геометрически интерпретируются следующим образом (Рис. 1).

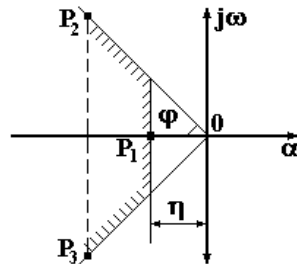


Рис. 1

На плоскости корней выделяют область, в которой располагаются все корни характеристического уравнения системы. Эта область характеризуется двумя показателями.

1. Степенью устойчивости η , соответствующей расстоянию от мнимой оси до ближайшего корня или пары сопряженных комплексных корней. Степень устойчивости характеризует предельное быстродействие системы, т.к. величина η принадлежит той составляющей переходного процесса, которая затухает медленнее всех остальных. Время регулирования $t_p = 3/\eta$, если ближайшим к мнимой оси является вещественный корень, и не превосходит этого значения, если ближайшей к мнимой оси является пара сопряженных комплексных корней.

2. Степенью колебательности m , определяемой котангенсом угла ϕ , образованного отрицательной вещественной полуосью и лучом, проведённым из начала координат к корню, образующему наибольший такой угол, т.е. $m = \text{ctg} \phi = \alpha/\omega$, где α – вещественная, а ω – мнимая части комплексного корня.

Чтобы система обеспечивала заданные значения быстродействия и колебательности, необходимо, чтобы все корни характеристического уравнения системы вписывались в угол 2ϕ и находились на расстоянии не ближе η к мнимой оси.

Тогда совокупность настроечных параметров регулятора образует в плоскости (объеме) параметров настройки автоматического регулятора линию заданного запаса устойчивости, равной степени колебательности.

Для расчета системы регулирования на заданную степень колебательности необходимо располагать расширенными амплитудно-фазовыми характеристиками объекта и регулятора, вычисление которых производится в следующей последовательности.

Исходное уравнение для расчета настройки замкнутой линейной системы автоматического регулирования, находящейся на границе заданной степени затухания, имеет вид

$$W_o(m, j\omega) \cdot W_p(m, j\omega) = 1 \quad (5)$$

или

$$W_p(m, j\omega) = W_o^*(m, j\omega), \quad (6)$$

где $W_p(m, j\omega)$ – расширенная амплитудно-фазовая характеристика регулятора;

$$W_o^*(m, j\omega) = \frac{1}{W_o(m, j\omega)} \text{ – обратная (инверсная) расширенная амплитудно-фазовая характеристика объекта.}$$

Уравнение (6) можно представить в алгебраической форме записи

$$\begin{cases} R_p(m, w) = R_o^*(m, w) \\ I_p(m, w) = I_o^*(m, w) \end{cases} \quad (7)$$

где $R_o^*(m, w)$ и $I_o^*(m, w)$ – соответствующие обратные (инверсные) расширенные вещественная и мнимая характеристики объекта (т.е. вещественная и мнимая части обратной расширенной амплитудно-фазовой характеристики), а $R_p(m, w)$ и $I_p(m, w)$ – расширенные вещественная и мнимая характеристики регулятора.

Для объекта управления (8) порядок расчета системы опубликован в [3].

$$W_{об.}(p) = \frac{1.81}{p^2 + 0.75p + 0.19} \quad (8)$$

Определены оптимальные настроечные параметры регулятора

$$\begin{cases} C_1 = \frac{m(4w - 10,66mw^2)}{9,7} - \frac{(1 - 5,33w^2 + 5,33m^2w^2 - 4mw)}{9,7} \\ C_0 = \frac{(4w - 10,66mw^2) \cdot w(m^2 + 1)}{9,7} \end{cases} \quad (9)$$

где C_0 – настроечный параметр интегральной части регулятора;

C_1 – настроечный параметр пропорциональной части регулятора.

Анализ процессов, соответствующих различным значениям C_0 и C_1 , лежащим на линии равной степени колебательности, показывает, что качество переходного процесса при заданной степени затухания существенно зависит от этих параметров.

В [2] рекомендуется выбирать рабочую частоту для расчёта и выбора оптимальных значений C_0 и C_1 . Рабочая частота определяется как $w_p = 1.2w_{max} = 1.2 \cdot 0.46 = 0.55$ рад/с. На частоте $w_p = 0.55$ рад/с оптимальные значения $C_0 = 0.03$ и $C_1 = 0.1$. С помощью электронного моделирования в программе *VisSim* получаем переходную характеристику замкнутой САУ расходом методом РЧХ (Рис. 2).

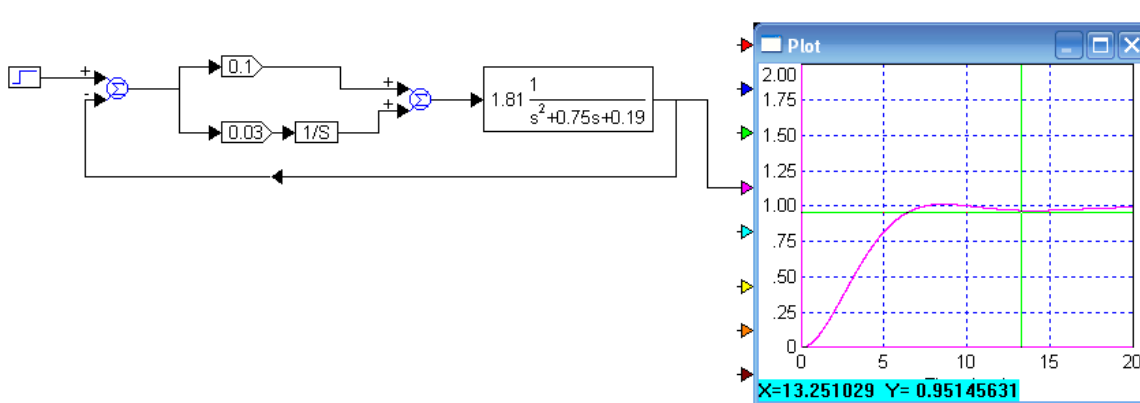


Рис. 2. Модель САУ расходом (1-й случай)

Как видно из Рисунка 2, рассчитанная система обеспечивает удовлетворительное качество регулирования. Время регулирования $t_p = 13 \text{ сек}$, перерегулирование $\sigma = 1\%$, степень затухания $\psi = 10\%$, число полных колебаний $n = 1$.

2-й случай. Метод компенсации динамики объекта и возмущений

Метод относится к структурному синтезу, т.е. синтезу систем управления в пространстве состояний. Использована идея компенсации возмущений [1]. Постановка задачи синтеза для линейной одномерной системы следующая. Задается математическая модель объекта управления

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ u \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \end{bmatrix}, \quad (10)$$

где x, y, u – соответственно n -, m -, m - мерные векторы состояния, выхода и управления;

f_x, f_y – векторы возмущающих воздействий на x и y ;

A, B, C – матрицы соответствующих размерностей.

Объект является управляемым по выходной переменной, т.е.

$$\det \begin{bmatrix} A & B \\ C & 0 \end{bmatrix} \neq 0. \quad (11)$$

Идея компенсации достигается с помощью обратной модели объекта и включения в цепь компенсации фильтра – эталона системы.

Результатом решения задачи определения структуры и коэффициентов регулятора является регулятор

$$\begin{cases} \dot{x}_\phi = (\Phi_1 + \Phi_2 \Phi_3) x_\phi + \Phi_2 \Delta y \\ u = (G \Phi_1 + H \Phi_3) + G \Phi_2 \Phi_3 x_\phi + G \Phi_2 \Delta y \end{cases} \quad (12)$$

Для нашего случая

$$\begin{cases} \Phi_1 = \begin{bmatrix} -0.74 & -0.18 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \\ \Phi_2 = \begin{bmatrix} 0.1 \\ 0 \end{bmatrix}; \\ \Phi_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1.81 \end{bmatrix}; \\ G = \begin{bmatrix} 0.995 & 0.74 \end{bmatrix}; \\ H = 0.1 \end{cases} \quad (13)$$

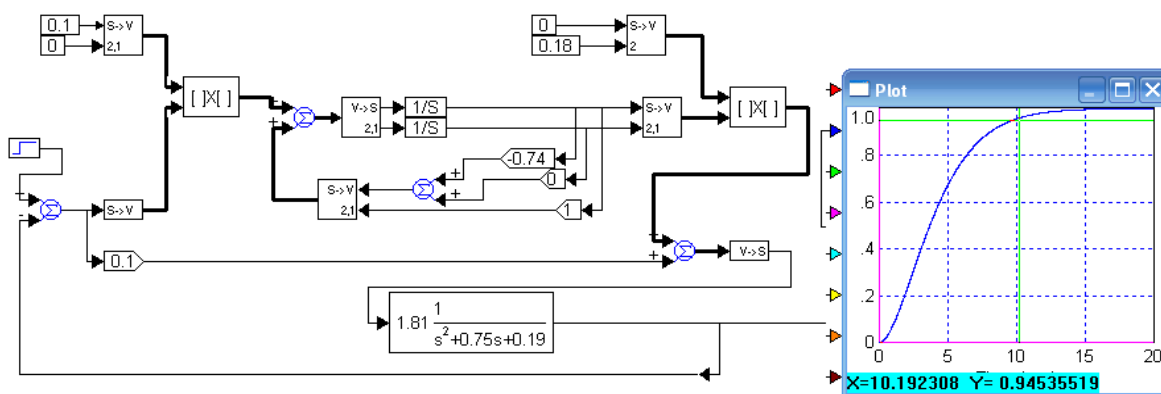


Рис. 3. Модель САУ расходом (2-й случай)

Как видно, рассчитанная система обеспечивает оптимальное качество регулирования. Время регулирования составляет $t_p = 10 \text{ сек}$, перерегулирование $\sigma = 0\%$, степень затухания $\psi = 0\%$, число полных колебаний $n = 0$ (Рис. 3).

Вывод. Сравнение двух методов показывает, что метод компенсации динамики объекта и возмущений обеспечивает лучшее качество регулирования, чем метод РЧХ. Преимуществами являются легкость задания исходных данных, т.е. обеспечение физической наглядности этих данных для синтеза системы управления, наличие интегральной составляющей, простота настройки системы с компенсационным регулятором.

Список литературы

1. Абдеев Ю. М., Терехин В. В., Шадрин Г. К. Разработка систем автоматизации технологических процессов в производстве свинца и цинка на основе помехозащищенных алгоритмов // Цветные металлы. 1990. № 12. С. 36-38.
2. Автоматическое управление в химической промышленности: учебник для вузов / под ред. Е. Г. Дудникова. М.: Энергия, 1987. С. 26-28.
3. Мутанов Г. М., Шадрин Г. К., Еруланова А. Е. Синтез системы управления расходом сыпучих материалов методом расширенных частотных характеристик // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета (ВКГТУ). 2010. № 2. С. 115-120.
4. Мутанов Г. М., Шадрин Г. К., Еруланова А. Е. Структура модели бункерного дозирующего устройства // Вестник ВКГТУ. 2010. № 2. С. 121-125.

УДК 681.5:620.165.29.008.6(075.8)

Технические науки

Установлено, что при испытаниях изделий на герметичность устройством с пузырьковой камерой утечки сжатого воздуха через вентиль, подключенный параллельно пузырьковой камере и закрываемый при испытаниях изделия на герметичность, соизмеримы по значению с допустимыми утечками сжатого воздуха из изделия в атмосферу. Разработано устройство испытаний изделий на герметичность сжатым воздухом с использованием пузырьковой камеры и гидравлического затвора. В гидравлическом затворе отсутствуют рабочие трущиеся поверхности, и исключается износ уплотнительных поверхностей. Гидравлический затвор, установленный взамен вентиля, устраняет утечки сжатого воздуха из эталонной емкости в изделие, увеличивает долговечность устройства испытаний и повышает точность испытаний изделий на герметичность.

Ключевые слова и фразы: испытания; герметичность; утечки; точность; пузырьковая камера; вентиль; гидравлический затвор; сжатый воздух.

Жежера Николай Илларионович, д.т.н., профессор
Оренбургский государственный университет
nik-gegera@rambler.ru

**ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ УСТРОЙСТВОМ
С ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРОЙ И ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЗАТВОРОМ[©]**

Известен способ испытаний изделий на герметичность с использованием пузырьковой камеры [7]. Схема устройства испытаний изделий на герметичность с использованием пузырьковой камеры приведена на Рисунке 1 и содержит эталонную емкость 1, изделие 2, испытываемое на герметичность, пузырьковую камеру 8, источник сжатого воздуха 6, измерительный преобразователь формируемых пузырьков воздуха 9, счетчик пузырьков воздуха 5 и вентили 3 и 4. Пузырьковая камера 8 частично заполнена жидкостью, в которую погружена барботажная трубка 7.

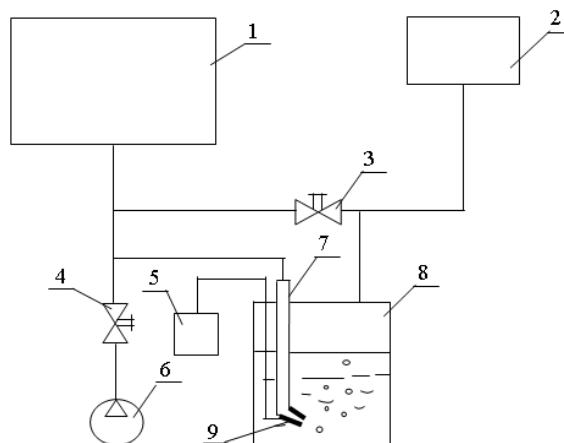


Рис. 1. Схема устройства испытаний изделий на герметичность сжатым воздухом с использованием пузырьковой камеры