

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА СИНТЕЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЕСТНЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА РЕГУЛЯТОРОВ МНОГОКОНТУРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

*А.А. Сидорова, ст. преподаватель ОАР
Т.А. Емельянова,
Томский политехнический университет
E-mail: emelyanova_ta@tehtsk.ru*

Введение

В настоящее время большой интерес представляет синтез многоконтурных систем автоматического управления (САУ). Поэтому вопрос об эффективном поиске методов и алгоритмов, позволяющих синтезировать системы заданного класса с заданной точностью и простотой математического аппарата является актуальным. Существует множество «классических» методов синтеза многоконтурных САУ, в основе которых лежит разложение системы по контурам и последовательный синтез каждого из них, начиная с внутреннего. Но такие методы не позволяют задавать требуемые показатели качества синтезированной САУ, решение в этом случае имеет приближенный характер, кроме того они не позволяют синтезировать систему целиком [1].

С другой стороны, разработан численно-аналитический подход к синтезу многоконтурных САУ, позволяющий определять самостоятельное решение задачи синтеза, являющееся точным, но его возможности в общем случае ограничены в связи с необходимостью решения систем нелинейных уравнений в условиях некорректности в условиях отсутствия достаточного объема априорной информации [2]. В связи с этим целью работы является разработка метода, объединяющего возможность получения точных решений с известными приближенными методами, в частности, численно-аналитического метода на основе вещественного интерполяционного метода и метода последовательного расчета контуров.

Описание метода

Для реализации представленной идеи осуществлен двухэтапная процедура синтеза регуляторов. Первый этап предполагает поиск приближенного решения известным каскадным методом, решение при этом будет содержать два типа погрешностей – погрешность приближенного решения, а также методическая погрешность, связанная с приближенным распределением желаемых свойств САУ по контурам. На втором этапе предполагается уменьшить вторую методическую погрешность путем использования итерационной последовательности действий, при этом полученное на первом этапе решение используется как первое приближение. На втором этапе решение уточняется за счет использования численного метода.

Как было сказано ранее, возможности разработанного численного метода ограничены, это выражается в возможности решения системы нелинейных уравнений ограниченной размерности, что выражается в возможности одновременного поиска только 4-5 коэффициентов регулятора. В связи с чем все множество вычисленных на первом этапе коэффициентов необходимо разбить на две группы: основные, оказывающие наибольшее влияние на свойства системы, и второстепенные, влияющие на свойства системы сравнительно мало.

Опытным путем получено, что в первую группу входит 2-3 коэффициента регулятора внешнего контура, а также 1-2 коэффициента внутреннего контура. Подобную декомпозицию можно сделать, опираясь на личный опыт и знания, полученные при разработке подобных систем. Другой способ выделения значимых коэффициентов основан на использовании оценок чувствительности свойств САУ к изменению параметров ее элементов [3, 4].

На втором этапе значения выбранных коэффициентов рассматриваются как первое приближение к искомому решению. Далее составляется система нелинейных уравнений – её решение – точное в определенном смысле решение, полученное численным методом. При этом задача имеет небольшое число неизвестных коэффициентов, что позволяет значительно уменьшить влияние некорректности на решение задачи [5].

Предложенный вариант имеет существенное практическое значение, так как оно помогает преодолевать известные вычислительные и принципиальные трудности решения систем нелинейных уравнений, что является результатом ограничения размерности системы нелинейных уравнений за счет уменьшения количества искомых коэффициентов. Это обеспечивает значительное уменьшение

вычислительных трудностей по сравнению с исходной задачей, а также обеспечивает некоторый запас по размерности регулятора.

Тестирование метода

Для оценки представленного метода синтеза САУ рассмотрим двухконтурную систему управления токарным станком [3]. Операторно-структурная схема двухконтурной САУ представлена на рис. 1.

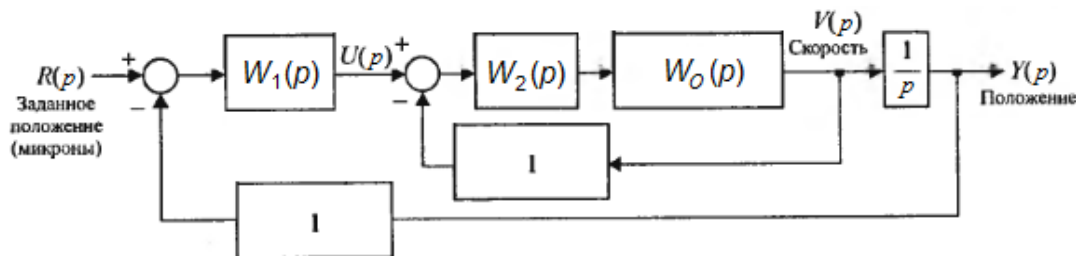


Рис. 1. Операторно-структурная схема двухконтурной САУ

Передаточная функция объекта управления имеет вид

$$W_{ov}(p) = \frac{4500}{p + 60} \quad (1)$$

Регуляторы зададим в виде

$$W_1(p) = K_1 \cdot \frac{p + b_{1,0}}{p + a_{1,0}} \quad (2)$$

$$W_2(p) = K_2 \cdot \frac{p^2 + b_{2,1}p + b_{2,0}}{p(p + a_{2,0})} \quad (3)$$

На первом этапе определяем приближенные значения параметров регуляторов: $K_1 = 1000$; $b_{1,0} = 54$; $a_{1,0} = 108$; $K_2 = 2,1$; $b_{2,1} = 556$; $b_{2,0} = 69184$; $a_{2,0} = 1085$. При этом время установления переходного процесса $t_y = 0,03$ с, перерегулирование составляет $\sigma = 0,03$ %.

Выбираем наиболее значимые коэффициенты регуляторов K_1 , K_2 . В результат итерационного решения получены следующие параметры коэффициентов: $K_1 = 996$, $K_2 = 2,0$. При этом время установления переходного процесса $t_y = 0,02$ с, перерегулирование $\sigma = 0$ %.

Заключение

В результате проведения тестирования можно сделать вывод о том, что метод синтеза, основанный на двухэтапной процедуре синтеза является работоспособным и позволяет синтезировать систему с более точными показателями переходного процесса. Таким образом, можно сделать вывод, что объединение известных инженерных методов расчета многоконтурных САУ и численного метода позволяет повысить точность расчета и работы многоконтурных САУ.

Список использованных источников

1. Ротач В.Я. Расчет каскадных систем автоматического регулирования // Теплоэнергетика, 1997. – № 10. – С. 16-23.
2. Вещественный интерполяционный метод в задачах автоматического управления / А.С. Алексеев, А.А. Антропов, В.И. Гончаров, С.В. Замятин, В.А. Рудницкий; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 219 с.
3. Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
4. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5-ти тт.; 2-е изд. Т. 3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004 – 616 с.
5. Крутько П.Д. Управление исполнительными системами роботов. – М.: Наука, 1991. – 332 с.