

$${}^0v = T(g)\dot{g} = T_k(g)\dot{g}_k + T_d(g)\dot{g}_d, \quad (9)$$

where

$$T(g) = A[\Gamma(g)] \frac{\partial \Gamma(g)}{\partial g} = A(g) \frac{\partial \Gamma(g)}{\partial g};$$

$$T_k(g) = A(g) \frac{\partial \partial(g)}{\partial g_k};$$

$$T_d(g) = A(g) \frac{\partial \partial(g)}{\partial g_d}.$$

A number h of degrees of freedom of a gripper in contact with RE is determined by

$$\begin{aligned} h &= \dim[imJ(q) \cap imT(g)] = \\ &= rankJ(q) + rankT(g) - rank[J(q)T(g)] \end{aligned} \quad (10)$$

УДК 621.01

РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗВЕНЬЯМИ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Опейко О.Ф., Несенчук А. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Приведенный к валу электродвигателя момент инерции любого звена промышленного робота зависит от относительных положений звеньев, а так же от массы в захватном устройстве, и потому изменяется в процессе функционирования. Применение специальных двигателей с высокими динамическими свойствами, например, синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ), позволяет уменьшить динамическую погрешность при обработке траектории, однако изменения момента инерции будут значительно влиять на динамические свойства системы.

Для стабильности динамических свойств системы при параметрических возмущениях возможно применение методов робастного управления [1-6].

Синтез робастных ПИ регуляторов положения и скорости выполняется для линеаризованной редуцированной модели объекта управления, параметры которой, зависящие от моментов инерции, принадлежат заданным интервалам. Критерием качества является принадлежность корней характеристического полинома заданной области на плоскости корней для всех возможных значений параметров объекта.

Две горизонтальные оси промышленного робота (рисунок 1) приводятся в движение идентичными электроприводами с векторным частотным управлением, СДПМ. Синтез робастных ПИ регуляторов выполнен двумя методами [4, 5].

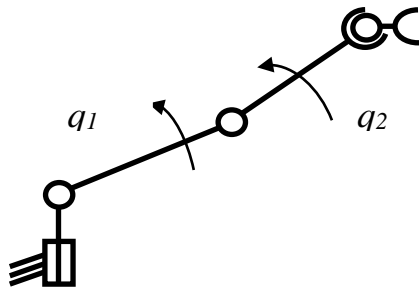


Рис. 1 – Кинематическая схема промышленного робота

В соответствии с [4] формируется интервальный полином, гарантирующий принадлежность корней заданной области качества на комплексной плоскости.

$$N(s) = \det(Is - A) = s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n$$

$$, \quad \underline{a}_j \leq a_j \leq \bar{a}_j, \quad j = \overline{0, n}.$$

Границы области качества приняты на основании требуемого времени регулирования равными: $\sigma_{\max} = -2,5$, $\sigma_{\min} = -200$. Пошаговый метод формирования интервального полинома представлен в [2, 3]. Имитационное моделирование поворота двух горизонтальных осей показано на рисунке 2.

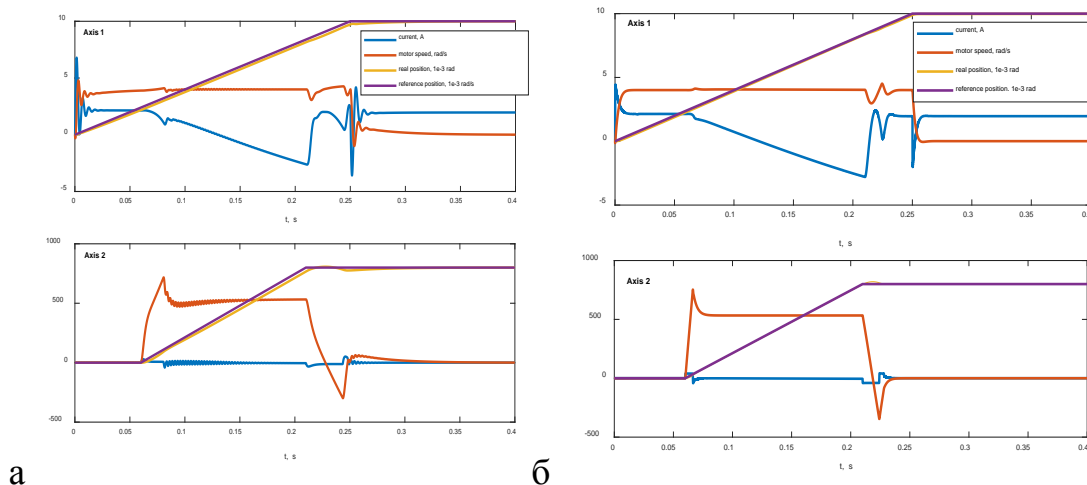


Рис. 2 – Процесс в системе с подчиненным управлением (а), и с робастным управлением (б).

По сравнению с методом подчиненного управления (рисунок 2, а) синтез робастных ПИ регуляторов методами [4, 5] (рисунок 2, б) позволяет получить более плавные процессы с меньшими колебаниями, что существенно для режимов контурного и позиционного управления. Результаты применения методов [4] и [5] отличаются незначительно.

1. Системы автоматического управления объектами с переменными параметрами. Инженерные методы анализа и синтеза. /Б. Н. Петров, Н.И. Соколов, А. В. Липатов и др.. М.: Машиностр., 1986.-256 с.

2. Несенчук, А.А. Моделирование динамики и расчет робастных параметров системы управления электропривода на основе корневых портретов / А.А. Несенчук, О.Ф. Опейко, Д.С. Однолько // Искусственный интеллект. – 2014. – № 3. – С. 90 – 103.

3. Несенчук, А.А. Корневой метод синтеза устойчивых полиномов путем настройки всех коэффициентов / А.А. Несенчук // Автоматика и телемеханика. – 2010. – № 8. – С. 13–24.

4. Несенчук, А.А. Анализ и синтез робастных динамических систем на основе корневого подхода / А. А. Несенчук. – Мн.: ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 234 с.

5. Опейко, О.Ф. Подчиненное управление объектом с параметрической неопределенностью / О.Ф. Опейко // Системный анализ и прикладная информатика, №3, 2015. – с.21-24.

6. Римский, Г.В. Автоматизация исследований динамических систем / Г.В. Римский, В.В. Таборовец.– Мн.: Наука и техника, 1978.– 336 с.

УДК 621.52

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ЭНЕРГОБЛОКА 300 МВТ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗОК

Кулаков Г.Т., Кулаков А.Т., Артёменко К.И.

Белорусский национальный технический университет

В 1980-х годах под руководством к.т.н., доцента Кулакова Г.Т. Южным отделением «Южтехэнерго», БЭРН, БПИ (БГПА) была разработана и внедрена система автоматического управления мощностью блока (САУМБ) на восьми энергоблоках Лукомльской ГРЭС [1]. Структурная схема типовой САУМБ приведена на рисунке 1.

