

УДК 621.77

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВУХМАССОВЫМИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Б. И. Кузнецов, Т. Б. Никитина, А. В. Волошко, В. В. Хоменко, Е. В. Виниченко

Научно-технический центр магнетизма технических объектов НАН Украины
ул. Индустриальная, 19, г. Харьков, 61106, Украина. E-mail: bikuznetsov@mail.ru

Разработана методика экспериментального исследования динамических характеристик робастного и П регуляторов скорости вращения двигателей стэнда двухмассовой электромеханической системы. Разработана математическая модель и методика синтеза различных типов регуляторов скорости стэнда двухмассовой электромеханической системы. Приведены экспериментальные переходные процессы стэнда по скорости с синтезированными робастным и П регуляторами.

Ключевые слова: двухмассовая электромеханическая система, экспериментальные исследования, различные типы регуляторов скорости.

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБАСТНОГО КЕРУВАННЯ ДВОМАСОВИМИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Б. І. Кузнецов, Т. Б. Нікітіна, О. В. Волошко, В. В. Хоменко, О. В. Вініченко

Науково-технічний центр магнетизму технічних об'єктів НАН України
вул. Індустріальна, 19, Харків, 61106, Україна. E-mail: bikuznetsov@mail.ru

Розроблено методику експериментального дослідження динамічних характеристик робастного й П регуляторів швидкості обертання двигунів стэнду двомасової електромеханічної системи. Розроблено математичну модель і методику синтезу різних типів регуляторів швидкості стэнду двомасової електромеханічної системи. Приведено експериментальні перехідні процеси стэнду за швидкістю із синтезованими робастним і П регуляторами.

Ключові слова: двомасова електромеханічна система, експериментальні дослідження, різні типи регуляторів швидкості.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. При синтезе систем управления сложными многомассовыми электромеханическими системами с упругими и нелинейными элементами используют стэнды, имитирующие структуру объекта управления. Для отладки программного обеспечения систем управления исследовательские стэнды проектируют с учетом особенностей кинематических связей между приводным двигателем и рабочим механизмом.

Целью работы является экспериментальное исследование динамических характеристик робастного и П регуляторов скорости вращения двигателей стэнда двухмассовой электромеханической системы.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Стэнд двухмассовой электромеханической системы содержит две одинаковые электрические машины постоянного тока типа ДПМ-25-Н1 мощностью 0,46 Вт, роторы которых связаны между собой пружиной с жесткостью. На роторах каждой машины установлены оптические дискретные датчики углового положения, с помощью которых измеряются и угловые скорости роторов двигателей.

Для синтеза системы управления разработана математическая модель исследовательского стэнда двухмассовой электромеханической системы как объекта управления [1] скоростью валов двигателей.

Как показали экспериментальные исследования динамических характеристик робастного и П регуляторов скорости вращения двигателей стэнда двухмассовой электромеханической системы, качество переходных процессов зависит как от параметров регуляторов, так и от режима работы системы управления. Минимальное время первого согласования системы с робастным регулятором, равное 0,1 с, было получено при отработке заданного

значения скорости вращения 110 рад/с при вращении двигателей с начальной скоростью 100 рад/с.

Рассмотрим вначале переходные процессы в этой системе регулирования скорости с робастным регулятором. Переходные процессы скорости вращения второго двигателя такой системы показаны на рис. 1.

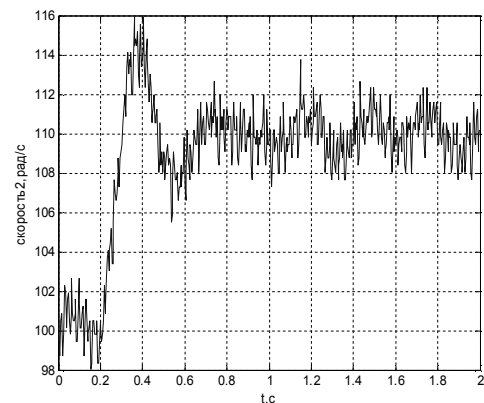


Рисунок 1 – Экспериментальные переходные процессы скорости вращения второго двигателя в системе управления с робастным регулятором

Как видно из рис. 1, время первого согласования скорости вращения составляет 0,1 с при перерегулировании $\sigma = 50\%$.

Рассмотрим теперь переходные процессы в этой системе регулирования скорости с типовым П регулятором. Переходные процессы скорости вращения второго двигателя такой системы показаны на рис. 2.

Как видно из рис. 2, в переходном процессе скорости вращения имеются слабозатухающие колебания частотой около 3 Гц. Время первого согласования составляет 0,5 с.

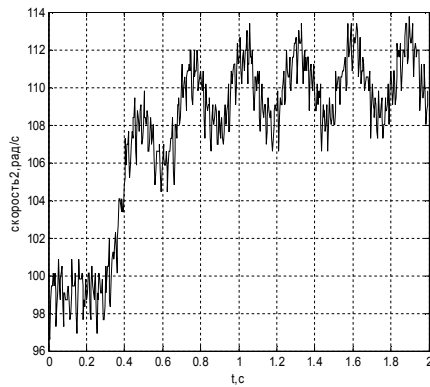


Рисунок 2 – Экспериментальные переходные процессы скорости вращения второго двигателя в системе управления с П регулятором

Таким образом, с помощью робастных регуляторов для работы системы регулирования скорости в «малом» удалось повысить точность управления в пять раз за счет сокращения времени первого согласования системы с типовым П регулятором с 0,5 до 0,1 с в системе с робастным регулятором.

Как видно из рис. 1, перерегулирование переходного процесса робастной системы составляет 50 %. Подбором весовых матриц в этой системе удалось уменьшить перерегулирование до 20 %, однако при этом время первого согласования увеличилось до 0,2 с. Поэтому в дальнейшем исследовалось быстродействие системы с робастным регулятором, у которого время первого согласования составляло 0,1 с при перерегулировании в 50 %.

Характер переходных процессов существенно зависит от режима работы стэнда. При вращении двигателя со скоростью 150 рад/с набор скорости на 10 рад/с до скорости вращения 160 рад/с происходит со временем первого согласования 0,18 с при перерегулировании 40 %. Увеличение времени первого согласования происходит также при разгоне двигателя с нулевой скорости – неподвижного состояния. В частности, при разгоне двигателя от нулевой скорости до скорости вращения 6 рад/с время первого согласования составляет 0,2 с при перерегулировании 100 %, а при разгоне до скорости 20 рад/с время первого согласования составляет 0,15 с при перере-

гулировании 50 %. Увеличение времени переходного процесса при обработке малых скоростей от нулевой скорости обусловлено задержкой появления сигнала управления, обусловленного наличием сухого трения на валах двигателей.

При обработке системой больших задающих воздействий время первого согласования существенно возрастает. Так, например, при обработке скорости вращения 100 рад/с от нулевой скорости время первого согласования составляет 0,6 с при перерегулировании 80 %.

Таким образом, в работе проведены экспериментальные исследования динамических характеристик системы робастного управления экспериментальной установки двухмассовой электромеханической системы и с П регуляторами. Установлено, что с помощью робастных регуляторов удалось сократить время первого согласования переходного процесса экспериментальной установки двухмассовой электромеханической системы с 0,5 с с П регулятором до 0,1 с с робастным регулятором при одинаковых значениях перерегулирования и, следовательно, повысить быстродействие системы в пять раз. Показано, что эффективность применения робастных регуляторов по сравнению с П регуляторами для повышения точности экспериментальной установки двухмассовой электромеханической системы в значительной степени зависит от внутреннего трения на валах двигателя и рабочего механизма.

ВЫВОДЫ. Приведены экспериментальные характеристики системы управления стэндом с синтезированными робастным и П регуляторами. Применение робастного регулятора скорости вращения двигателей стэнда по сравнению с П регулятором позволило уменьшить время первого согласования скорости вращения второго двигателя стэнда двухмассовой электромеханической системы в пять раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Б.И., Никитина Т.Б., Коломиец В.В. Синтез электромеханических систем со сложными кинематическими цепями. – Харьков: УИПА, 2005. – 511 с.

EFFICIENCY OF ROBUST CONTROL BY TWOMASS ELECTROMECHANICS SYSTEMS

B. Kuznetsov, T. Nikitina, A. Voloshko, V. Khomenko, E. Vinichenko

Magnetism of Technical Objects Science and Technology Center of the National Academy of Sciences of Ukraine
ul. Industrialnaya, 19, Kharkov, 61106, Ukraine. E-mail: bikuznetsov@mail.ru

Method of experimental dynamic characteristics for speed system with speed P and robust regulators by the imitation stand of two-mass electromechanics system is developed. The mathematical model and method of differend typical speed motors regulator control synthesis by the imitation stand of two-mass electromechanics system is developed. The example of experimental dynamic characteristics for such system with speed P and robust regulators is given.

Key words: two-mass electromechanics system, experimental research, speed different regulators.

REFERENCES

1. Kuznetsov B.I., Nikitina T.B., Kolomiets V.V. Synthesis of electromechanics systems with complex kinematics chains. – Kharkov: UIPA, 2005. – 511 p. [in Russian]

Стаття надійшла 15.06.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Чорним О.П.