

ЭЛЕКТРОПРИВОД С ГИБКОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ С НАГРУЗКОЙ

Опробовано модальное управление линеаризованной математической моделью двухмассовой электро-механической системой с гибкой кинематической связью. Показана высокая эффективность модального управления электроприводами с нежесткой механикой по сравнению с традиционными регуляторами и способами управления.

ВВЕДЕНИЕ

Одними из самых эффективных инструментов управления технологическими переменными промышленных установок, непосредственно связанными с качеством и количеством выпускаемой продукции, служат электромеханические системы (ЭМС) — электрические приводы, включающие в себя силовой преобразователь, электродвигатель, механическую передачу и исполнительный орган. Работа электромеханических систем (ЭМС) зачастую сопровождается упругими деформациями, которые вызывают колебания системы, что негативно сказывается на сроке службы оборудования и приводит к росту потерь электроэнергии.

В настоящее время для подавляющего большинства применяемых в промышленности ЭМС характерно использование одноконтурных систем автоматизированного управления с типовыми П, ПИ, ПИД-регуляторами или систем подчиненного регулирования (СПР) координат. Для инерционных объектов невысокого порядка, характеризующихся отсутствием взаимного влияния координат состояния и выраженных колебательных свойств, такое решение оправдано и позволяет строить системы автоматического управления, отвечающие достаточно высоким технологическим требованиям. Подобные системы пригодны и для более сложных объектов, но при невысоких технических требованиях к качеству процессов управления. Однако применение СПР в системах с нежесткой механикой не всегда дает удовлетворительные результаты.

Существующие системы управления автоматизированными приводами динамических систем не всегда могут обеспечить стабильность технологического процесса. Колебательные процессы имеют случайный характер и, как правило, очень зашумлены, поэтому электромеханические динамические системы в таких случаях должны быть малочувствительными к изменению основных характеристик элементов электропривода (момента инерции, коэффициента жесткости) в достаточно широком диапазоне, определяемом особенностями технологического процесса.

I. ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Суть модального управления состоит в определении численных значений коэффициентов передачи безынерционных обратных связей по всем переменным состояния объекта с целью обеспечения заданного распределения корней характеристического уравнения замкнутой системы автоматизированного управления [1]. В зависимости от порядка системы таких коэффициентов может быть достаточно много, что повлечет за собой как сложность и громоздкость формул, так и последующих расчетов, а для высокого порядка системы — невозможность формирования такого аналитического представления, которое можно использовать в расчетах.

Несмотря на свой значительный потенциал, модальный метод проектирования регуляторов в настоящее время нечасто применяются в инженерной практике, поскольку:

- чаще всего реальные объекты нелинейные и в отдельных случаях даже не имеют постоянной структуры, и применение модального метода, изначально предназначенного для синтеза линейных систем, в разработке систем управления такими объектами до сих пор оставалось проблематичным;

- параметры модальных регуляторов (коэффициенты обратной связи) не несут достаточно очевидной смысловой нагрузки и потому при «ухудше» параметров объекта не могут быть настроены непосредственно разработчиком, как в случае с традиционными регуляторами;

- будучи аналитическим, метод модального синтеза в большей степени, чем классические методы, зависит от точности модели системы. Применение методов модального управления в решении задач электроприводной техники — сравнительно молодое направление, применение в этой области различных интеллектуальных инструментов встречается довольно редко.

II. МОДАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР ЭЛЕКТРОПРИВОДА С НЕЖЕСТКОЙ МЕХАНИКОЙ

Применение модального управления предоставляет разработчику широкие возможности в обеспечении требуемых показателей качества протекания процессов и устойчивости систем управления, поэтому в последние десятилетия

вопросам анализа и синтеза систем модального управления уделяется большое внимание[2].

Главные преимущества модального управления электроприводом: синтезированная система модального управления объектом уже удовлетворяет требуемым показателям качества, не требует введения дополнительных корректирующих устройств и проверки на устойчивость.

Расчёты демпфирующего модального регулятора произведём для электропривода рольганга с нежёсткой механикой широкополосного стана горячей прокатки мощностью 25 квт, 1000 об/мин [3], имеющий частоту крутильных колебаний нагрузки приблизительно 40 1/С. Разработанный авторами методика проектирования модального регулятора позвола уменьшить показатель колебательности электропривода с 9 до 1.3. Т.е. авторам не удалось решить задачу координально и свести показатель колебательности к еденице.

Нами для модели электропривода 5-го порядка в пространстве состояний были использованы стандартные операторы Матлаба для расчёта модальных регуляторов. В качестве желаемого характеристического полинома использовался полином с апериодическими переходными характеристиками и перерегулированием 0.02 процента. Чтобы минимизировать механические нагрузки на электропривод, полином масштабировался частотой крутильных колебаний нагрузки. Расчёты производились для широкого диапазона отношений моментов инерции нагрузки J2 и электродвигателя J1. Моделировались процессы по управлению и возмущению. Результаты моделирования электроприводов без модального регулятора и с демпфирующим модальным регулятором для соотношения $J2/J1 = 0.5$ приведены на рис.1. На рис.1 отображены графики скоростей нагрузки, электродвигателя и угла закручивания гибкого вала связи двигателя и нагрузки. Как видно из графиков, модальный регулятор полностью устраняет колебательность нагрузки по управлению и возмущению.

Алешко Евгений Юрьевич, магистрант факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, yaleshko2@gmail.com.

Научный руководитель: Хаджинов Михаил Косьянович, доцент кафедры систем управления Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, khm@tut.by

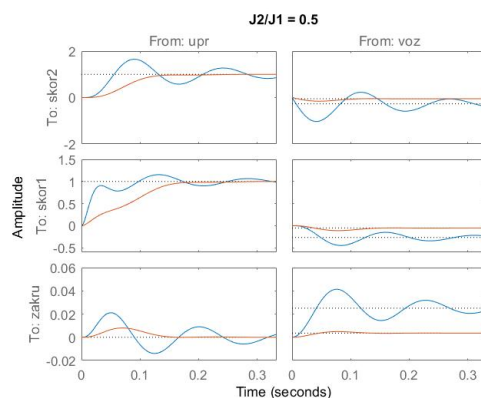


Рис. 1 – Отношение моментов инерции нагрузки J2 и двигателя J1

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было опробовано модальное управление линейризированной математической моделью двухмассового электромеханического объекта управления с гибкой кинематической связью. Показана целесообразность расчёта модального регулятора стандартными средствами Матлаб. Установлена высокая эффективность модального регулятора как демпфера крутильных колебаний двухмассового электромеханического объекта управления с гибкой кинематической связью. Полученные результаты способствуют совершенствованию электроприводов большой мощности в большинстве случаев имеющие нежёсткую механику.

1. Современная прикладная теория управления: Новые классы регуляторов технических систем / Под ред. А.А. Колесникова. — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. — Ч. III. — 656 с.
2. Тарарькин С.В., Тютиков В.В. Робастное модальное управление динамическими системами // Автоматика и телемеханика. — 2002. — № 5. — С. 41–55
3. Кочнева Т.Н., Кожевников А.В., Кочнев Н.В. Синтез модального регулятора и оценка эффективности модального управления для двухмассовых электромеханических систем / Т.Н. Кочнева, А.В. Кожевников, Н.В. Кочнев // Вестник Череповецкого госуниверситета. — 2013. - №4. — С. 15 – 22