



КОРРЕКЦИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ИЗМЕНЕНИЯМИ ЗАДАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, В ЗАМКНУТЫХ РОБАСТНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТП

Е.А. Болдина, В.В. Солдатов, М.В. Жиров (МГУ ТУ)

Представлен метод синтеза корректирующих устройств, основанный на сокращении доминирующих полюсов замкнутой системы управления, позволяющий полностью устранить перерегулирование и колебательность, что актуально в системах управления температурой.

Ключевые слова: коррекция, корректирующее устройство, колебательность, перерегулирование.

Одна из главных задач, которые вынуждены решать разработчики автоматических систем, – повышение качества управления. Эффективным средством для этого может служить учет информации о контролируемых воздействиях на систему управления, не относящихся к управляющим, но влияющим на качество управления. Поскольку быстродействие замкнутых систем управления обычно существенно ниже, чем у разомкнутых, то для повышения эффективности управления целесообразно наделять замкнутые системы робастными свойствами. Для этого необходимо выполнить настройку регулятора так, чтобы расстояния ближайшего корня характеристического уравнения системы от мнимой оси было максимальным.

Однако при этом вследствие сближения доминирующих (оказывающих наибольшее влияние на качество управления) корней характеристического уравнения резко возрастает колебательность замкнутых систем, что приводит к ухудшению качества переходных процессов возникающих при изменении сигнала задания. Для устранения этого недостатка впервые предложено корректировать изменение сигнала задания, чтобы уменьшить их влияние на качество управления.

Рассмотрим методику синтеза специального корректирующего устройства. К контролируемому воздействию, влияющим на качество управления, следует отнести задающее воздействие $y_{zd}(t)$, так как при резких скачкообразных изменениях сигнала $y_{zd}(t)$ в системе возникают нежелательные переходные процессы.

На рисунке представлена функциональная схема системы управления с коррекцией сигнала задания. Здесь сигнал $y_{zd}(t)$ поступает на вход специального корректирующего устройства, которое преобразует его в сигнал $\xi(t)$, фактически исполняющий роль задающего воздействия.

Рассмотрим метод синтеза передаточной функции корректирующего устройства $W_{kp}(s)$ с учетом расположения доминирующих полюсов системы управления.

Поскольку передаточная функция от входа до выхода, представленной на рисунке системы, определяется выражением

$$W_{y_{zd}y}(s) = \frac{\tilde{y}(s)}{\tilde{y}_{zd}(s)} = W_{kp}(s) \frac{W_{об}(s)W_{pez}(s)}{1 + W_{об}(s)W_{pez}(s)}, \quad (1)$$

где $\tilde{y}(s)$ и $\tilde{y}_{zd}(s)$ – изображения по Лапласу сигналов $y(t)$ и $y_{zd}(t)$ соответственно, то передаточную функцию $W_{kp}(s)$ можно выбрать так, чтобы ее числитель и доминирующие полюсы замкнутой системы взаимно сократились.

Отметим, что в рассматриваемом случае взаимное сокращение нулей корректирующего устройства и доминирующих полюсов передаточной функции замкнутой системы не приводит к каким-либо нежелательным последствиям вроде потери устойчивости, т.к. это сокращение происходит в разомкнутой системе, передаточная функция которой представляет собой произведение передаточных функций корректирующего устройства и замкнутой системы.

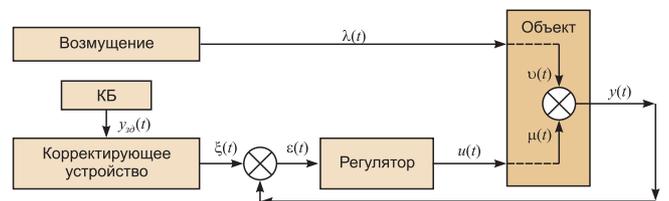
Тогда в знаменателе передаточной функции (1) доминировать станут полюсы, более удаленные от мнимой оси, чем те, которые удалось сократить. Вследствие этого качество переходных процессов в системе при изменении сигнала $y_{zd}(t)$ резко повышается.

Пусть $S_h, h = 1, n_d$ – совокупность всех доминирующих полюсов замкнутой системы, тогда синтезируемую передаточную функцию можно представить в виде:

$$W_{kp}(s) = K_{kp} \frac{\prod_{h=1}^{n_d} (s - S_h)}{(1 + T_{kp}s)^{n_d}}, \quad (2)$$

где K_{kp} и T_{kp} – коэффициент передачи и постоянная времени корректирующего устройства соответственно.

Отметим, что устройство с передаточной функцией (2) технически реализуемо, так как степень полинома ее числителя не превышает степени полинома знаменателя.



Функциональная схема системы управления с коррекцией сигнала задания,

где КБ – командный блок, $\lambda(t)$ – возмущающее воздействие; $\varepsilon(t)$ – ошибка управления, $u(t)$ – управляющий сигнал, $\mu(t)$ и $\nu(t)$ – реакции объекта на управляющее и возмущающее воздействия

Выберем значения постоянных K_{kp} и T_{kp} так, чтобы выполнялись следующие требования:

$$\lim_{|s| \rightarrow \infty} W_{kp}(s) = 1; \quad (3)$$

$$W_{kp}(0) = 1. \quad (4)$$

При выполнении требований (3) и (4) корректирующее устройство мало влияет как на медленно, так и на весьма быстро изменяющиеся сигналы $y_{30}(t)$, пропуская их практически без изменений. Зато все остальные сигналы изменяются им таким образом, чтобы переходный процесс завершился наиболее быстро.

Исходя из выражения (2) и требования (3) получим

$$T_{kp} = (K_{kp})^{1/n_d}, \quad (5)$$

а с учетом требования (4) имеем

$$K_{kp} = 1 / \prod_{h=1}^{n_d} (-s_h). \quad (6)$$

Поскольку при настройке робастных систем определяется расположение доминирующих полюсов замкнутой системы, то воспользовавшись полученными выражениями (5) и (6) можно определить значение параметров настройки корректирующего устройства.

Таким образом, применение корректирующего устройства позволяет полностью устранить перерегули-

рование и колебательность, что подтверждает также определяющее влияние доминирующих полюсов замкнутой системы на качество управления, так как используемый метод коррекции основан на сокращении доминирующих полюсов. Устранение колебательности особенно полезно при управлении температурой, так как в таких системах обычно отсутствуют устройства, обеспечивающие искусственное охлаждение объекта при превышении температурой заданного значения, а при естественном охлаждении требуется довольно длительное время для устранения возникшего перерегулирования.

Разработанный метод коррекции нашел применение в системе управления микроклиматом тепличного комбината ОАО "Белая Дача" (Московская обл.). При выращивании овощных культур в сооружениях защищенного грунта необходимо периодически изменять сигнал задания температуры при переходе с дневного режима обогрева на ночной и обратно. В связи с этим до применения метода коррекции в системе возникало перерегулирование температуры, нарушающее технологические требования к микроклимату для выращиваемых культур, а также приводящее к перерасходу энергии в размере ~5,6%. Система ведена в эксплуатацию в 2005 г. Применение разработанного метода коррекции позволило полностью устранить эти экономические потери.

Болдина Елена Александровна – аспирант,

Солдатов Виктор Владимирович – д-р техн. наук, проф.,

Жиров Михаил Вениаминович – д-р техн. наук, проф.

Московского государственного университета технологий и управления (МГУТУ).

Контактный телефон (495) 670-91-90. E-mail: alena471@yandex.ru

АСУТП турбоагрегата №1 Невинномысской ГРЭС сдана в опытную эксплуатацию

В феврале 2010 г. специалисты НПФ "Ракурс" передали в опытную эксплуатацию АСУТП турбоагрегата ПТ-30/35-90/10-5М ст. №1 Филиала ОГК-5 – "Невинномысская ГРЭС".

АСУТП, поставленная и внедренная специалистами НПФ "Ракурс", базируется на типовых и хорошо себя зарекомендовавших решениях на базе PCS7 фирмы Siemens с дублированным контроллером и дублированным сервером ввода/вывода и включает все необходимые компоненты современной АСУТП турбоагрегата:

- ПТК управления турбоагрегатом, в том числе подсистемы связи с оборудованием: электрических защит генератора; системы виброконтроля; микропроцессорной системы синхронизации; системы мониторинга ВХР; системы возбуждения.

- ПТК ЭЧСРиЗ (электронная часть системы регулирования и защит).

- ПТК СТК (технологического контроля генератора);
- ПТК вспомогательных систем, в том числе: дублированный сервер ввода/вывода; сервер шлюза; дублированный АРМ оператора турбоагрегата; АРМ начальника смены КТЦ; АРМ электроцеха (на ГЩУ); АРМ химцеха (в хим. лаборатории);

- аварийный пульт управления;
- силовые шкафы.

В общей сложности в комплект поставки НПФ "Ракурс" вошли 30 изделий (шкафы и пульта).

Особое внимание специалистов Невинномысской ГРЭС было обращено на внедрение ПТК ЭЧСРиЗ, традиционно происходившее под руководством и при участии специалистов Уральского турбинного завода, поскольку это первая турбина в КТЦ-1 с электрогидравлической системой регулирования. ПТК ЭЧСРиЗ и система регулирования хорошо себя показали при режимных испытаниях и испытаниях на сброс нагрузки (с 35 МВт и 210 тонн пара в час). Качество регулирования частоты вращения и мощности, давлений в отборах удовлетворяет требования нормативных документов.

Наладка АСУТП происходила при тесном сотрудничестве с персоналом цехов Невинномысской ГРЭС. Творческий подход персонала цехов позволил создать удобный для операторов интерфейс АРМ, быструю диагностику неисправностей основного и вспомогательного оборудования, ПТК.

Турбоагрегат ПТ-30/35-90/10-5М ст. №1 филиала "Невинномысская ГРЭС" ОГК-5 успешно прошел режимные испытания и был принят в опытную эксплуатацию. В 2010 г. во время опытной эксплуатации планируется наладка алгоритмов пошагового пуска-останова, подключение к АСУТП оборудования для контроля параметров теплофикационной установки Невинномысской ГРЭС.

[Http://www.rakurs.com](http://www.rakurs.com)