

Определено, что точность прогноза с помощью АФА на основе Apfis для нелинейных ОУ (PIT2 и NLD) в 1,5... 3,2 раза выше, чем для линейных.

Анализ результатов управления свидетельствует, что для нелинейных ОУ системы с интеллектуальным прогнозированием (СНС+АФА и PID+АФА) имеют в 4...7 раз меньшую ошибку управления, чем САУ без прогнозирования (PID). При этом система СНС+АФА имеет, в целом, большую точность, чем система PID+АФА, а система PID имеет перерегулирование больше 150 %.

Для линейных ОУ качество рассмотренных САУ является сравнимым.

Статистическая проверка по критерию знаков показала значимость полученных выводов.

Время синтеза управления на один такт прогноза при вычислении на процессоре Pentium IV составляет: для 1,4...2,7 с, что не вносит временных ограничений на применение этих систем в контурах управления тепловым состоянием доменной печи.

Установлено, что для нелинейных моделей теплового состояния доменной печи предлагаемые САУ обеспечивают ошибки прогнозирования состояния ОУ на уровне 0,02...0,03 и ошибки управления на уровне 0,02...0,05, что отвечает технологическим требованиям.

Литература:

1. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Крассовского, – М.: Наука, 1987. – 712 с.
2. Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.
3. Корниенко В.И. Обоснование принципов построения систем управления тепловым состоянием доменной печи / В.И. Корниенко, И.Г. Гулина // Научный вестник НГУ. – 2011. – № 4. – С. 111-115. – ISSN 2071-2227.

Чумаченко С.В.

Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, Казахстан

СИНТЕЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

В теории автоматического управления можно выделить две характерные задачи: 1) в заданной системе автоматического управления (САУ) найти и оценить переходные процессы – это задача анализа; 2) по заданным переходным процессам и основным показателям разработать САУ – это задача синтеза.

Задача синтеза сложнее задачи анализа из-за своей неоднозначности, поэтому задачу синтеза САУ ставят ограниченно. Наибольшее развитие получили следующие вопросы синтеза: синтез оптимальных динамических характеристик системы; синтез параметров системы заданной структуры; синтез корректи-

рующих устройств системы по заданным показателям качества. Синтез оптимальных динамических характеристик системы обычно сводится к решению вариационной задачи, обеспечивающей в соответствии с принятым критерием оптимизации наилучшее управление или теоретический минимум ошибки управления. Синтез параметров системы заданной структуры и синтез корректирующих устройств системы по заданным показателям качества рассматривают как инженерную задачу, сводящуюся к такому построению САУ, при котором обеспечивается выполнение технических требований. При инженерном синтезе САУ стремятся обеспечить: требуемую точность и приемлемый характер переходных процессов – из многих возможных решений окончательно выбирается одно, лучшее с точки зрения существующих конкретных условий.

При заданных структуре регулятора и корректирующих устройств задача синтеза сужается до выбора параметров регулятора и корректирующих устройств. Для выбора параметров САУ широко используются косвенные связи и непосредственные связи. В случае синтеза корректирующих устройств основная часть системы уже задана, требуется синтезировать корректирующие звенья. При коррекции необходимо, чтобы обеспечивались: требуемый запас устойчивости, точность управления в установившихся режимах и качество управления в динамических режимах. Корректирующее устройство можно включить последовательно, параллельно-согласно (параллельно) или параллельно-встречно (по схеме с обратной связью).

Последовательное корректирующее устройство с передаточной функцией W_n включается обычно после предварительного усилителя, который имеет передаточную функцию W_3 , выходной каскад усилителя – W_2 , исполнительный элемент – W_1 .

Параллельно-согласное (параллельное) корректирующее устройство с передаточной функцией W_{nc} может иногда при меньшей сложности обеспечить нужное преобразование сигнала.

Наибольшими возможностями в плане коррекции свойств САУ обладает корректирующее устройство, включенное по схеме с отрицательной или положительной обратной связью, охватывающей один из звеньев САУ, как правило, это исполнительный элемент или выходной каскад усилителя (усилитель мощности). Такие обратные связи называются местными. Обычно передаточную функцию выходного каскада усилителя W_2 выбирают из условия $|W_2 W_{n\phi}| \gg 1$ в широком диапазоне частот, поэтому $W_{экв} \approx \frac{1}{W_{n\phi}}$. То есть свойства участка цепи

с параллельно-встречным включением корректирующего устройства определяются только свойствами данного корректирующего устройства, что является основным достоинством данного способа включения. Влияние плохих свойств, какого либо необходимого для САУ звена могут быть практически полностью устранены. Местные корректирующие обратные связи делают на: жесткие и гибкие.

Жесткая обратная связь действует на систему как в переходном, так и в установившемся режиме, то есть $W_{жс}(0) \neq 0$. Она реализуется безынерционным или инерционным звеном: $W_{жс} = K_{жс}$ или $W_{жс} = \frac{K_{жс}}{T_{жс}p + 1}$.

Гибкая обратная связь действует только в переходном режиме, она реализуется либо идеальным дифференцирующим звеном с передаточной функцией: $W_z = K_z p$, либо реальным дифференцирующим звеном: $W_z = \frac{K_z}{T_z p + 1}$.

Гибкая обратная связь не изменяет структуру интегрирующего звена, но уменьшает его коэффициент передачи. Значит, даже простейшие обратные связи способны существенно изменить свойства типовых динамических звеньев. Большой эффект дают сложные отрицательные и положительные обратные связи, если основные элементы регулятора позволяют создать обратную связь, динамические свойства этих элементов могут быть изменены в нужном направлении. Корректирующие устройства синтезируют на основании требований к свойствам САУ. Для этого необходимо знать передаточную функцию реальной САУ W_{real} , и желаемую передаточную функцию $W_{жел}$. При синтезе корректирующих устройств определяют передаточную функцию возможного корректирующего устройств определения соотношения: $W_n = W_{жел}/W_{real}$ и выясняют, при каких передаточных функциях параллельного W_{nc} и параллельно-встречного W_{nv} корректирующих устройств будет получен тот же эффект. Затем решают, какое из них более целесообразно и проще создать. Для увеличения точности статической САУ надо увеличивать коэффициент передачи K . С ростом K увеличивается жесткость статической характеристики и уменьшается статическая ошибка ϵ . При повышении точности САУ путем увеличения коэффициента передачи необходимо повышать запас устойчивости, что является главным недостатком такой коррекции.

Литература:

1. Сенигов П.Н. Теория автоматического управления: Конспект лекций. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001
2. Теория автоматического управления: учеб. пособие / М.М. Савин, В.С. Елсуков, О.Н. Пятин; под ред. д.т.н., проф. В.И. Лачина. – Ростов н/Д: Феникс, 2007