

УДК 681.51

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

В.К. Плюто, Л.В. Иванова

*УО «Витебский государственный технологический
университет»*

Для повышения точности системы необходимо уменьшить коэффициенты ошибок по задающему и возмущающему воздействию.

Наиболее универсальным и эффективным методом повышения точности является увеличение общего коэффициента усиления разомкнутой цепи. Увеличить его можно за счет введения в систему усилителей, или за счет повышения коэффициента передачи отдельных звеньев. Увеличение коэффициента усиления благоприятно сказывается в смысле уменьшения ошибок практически во всех типовых режимах. Это получается, из-за того, что общий коэффициент усиления разомкнутой цепи входит в качестве делителя во все коэффициенты ошибок. Однако увеличение общего коэффициента ограничивается устойчивостью системы регулирования. При повышении коэффициента усиления, как правило, система приближается к колебательной границе устойчивости. При некотором предельном его значении в системе возникают незатухающие колебания. Поэтому повышение коэффициента усиления до значения, при котором обеспечивается выполнение требований к точности, не всегда является возможным. Однако существуют другие способы повышения точности системы.

К числу общих методов повышения точности САР относятся:

- Повышение порядка астатизма
- Масштабирование входного сигнала
- Использование фильтров входных сигналов
- Использование неединичных ГОС

1) Обеспечение требуемой точности путем повышения порядка астатизма применяется для уменьшения ошибки по задающему и возмущающему воздействию. Этот способ используется для устранения установившихся ошибок в различных типовых режимах. Формально это сводится к тому, чтобы сделать равными нулю первые коэффициенты ошибки системы. Физически повышение порядка астатизма осуществляется за счет введения в канал регулирования системы интегрирующих звеньев. Однако это неблагоприятно сказывается на устойчивости системы. Поэтому одновременно с повышением порядка астатизма в системе автоматического регулирования приходится использовать корректирующие звенья, повышающие запас устойчивости.

С помощью масштабирования входного сигнала можно добиться уничтожения статической ошибки по задающему воздействию. Физически это осуществляется включением на входе системы масштабирующего устройства, что позволяет сделать исходную систему фактически астатической относительно задающего воздействия. Это достигается, если в качестве масштабирующего устройства использовать безынерционный элемент с коэффициентом передачи

$$m = \frac{1+k}{k}$$

где k – общий коэффициент усиления системы.

При этом не происходит изменение условий устойчивости системы. Недостатком этого метода является то, что его реализация возможна только при постоянном коэффициенте усиления системы. Если общий коэффициент усиления нестабилен, то в системе обязательно появится статическая ошибка.

1) Фильтрация входного сигнала позволяет увеличить точность системы за счет уменьшения ошибки по задающему воздействию. Этот метод позволяет косвенно повысить астатизм системы без ухудшения остальных свойств за счет непосредственной коррекции входного задающего воздействия. Физически это осуществляется путем включения на вход системы фильтра. В качестве фильтрующего элемента на входе системы применяют форсирующие звенья. Это может быть идеально дифференцирующее звено, передаточная функция которого равна:

$$W_{\phi}(p) = k \cdot p,$$

или инерционно-форсирующее звено с передаточной функцией

$$W_{\phi}(p) = \frac{k(T_1 p + 1)}{T_2 p + 1}, \text{ при } T_1 > T_2.$$

Фильтры входных сигналов целесообразно использовать для астатических систем. Для статических систем лучше прибегнуть к другим методам, так как простой настройкой коэффициентов усиления и постоянных времени фильтра не получится обеспечить астатизм системы.

4) Повышение точности систем регулирования за счет введения неединичных обратных связей применяется при проектировании замкнутых систем. Неединичные обратные связи применяются для уменьшения ошибки, вызванной задающим воздействием. В отличие от схемы с единичной главной обратной связью регулируемая величина $y(t)$ поступает на сравнение в чувствительный элемент по главной обратной связи с передаточной функцией, не равной единице. Наиболее эффективным действие неединичной обратной связи оказывается в статической системе. Здесь простым изменением коэффициента передачи жесткой главной обратной связи можно получить астатизм относительно управляющего воздействия. В таких системах можно достичь требуемой точности, не ухудшая при этом динамических свойств системы, и не ухудшая устойчивости системы. Если система статическая, то коэффициент передачи главной обратной связи должен быть отличным от единицы, и дополнительно должны быть введены положительные обратные связи по производным от регулируемой величины (по скорости, по ускорению и т.д.). В таких системах реализация условия полной независимости ошибки от задающего воздействия практически невозможна. Это определяется, во-первых, невозможностью точного введения высших производных, а во-вторых, тем, что при выполнении этого условия система будет находиться на границе устойчивости. Поэтому неединичные обратные связи чаще всего используются лишь как средство повышения точности систем стабилизации.

Теория инвариантности. Одним из способов, позволяющих получить высокую точность в системах автоматического регулирования, является использование методов теории инвариантности. Основным методом, используемым при построении инвариантных систем, является комбинированное управление. Под комбинированным управлением или регулированием понимается такой метод построения замкнутых

систем, когда, наряду с регулированием по отклонения или ошибке, используется регулирование по управляющему или возмущающему воздействиям. Таким образом, в системе комбинированного управления осуществляется регулирование по замкнутому и разомкнутому циклам.

Обеспечение инвариантности относительно возмущающего воздействия используют для высокоточных систем, в которых необходима точная передача задающего воздействия на выход. Если возмущение поступает вместе с полезным сигналом, то для устранения влияния этого возмущения добиваются обеспечения инвариантности относительно задающего воздействия. Получение полной инвариантности затрудняется необходимостью вводить первую и более высокие производные от возмущающего воздействия. Поэтому используется, как правило, частичная инвариантность, получающаяся при реализации в системе регулирования первых членов разложения требуемого условия в ряд. Это в свою очередь дает обращение в нуль соответствующих первых коэффициентов ошибки по возмущению.

Комбинированные системы позволяют увеличить динамическую точность (что равносильно повышению астатизма системы) без ухудшения устойчивости (так как знаменатель передаточной функции замкнутой системы не изменяется). Они целесообразны в тех случаях, когда имеется возможность непосредственного измерения входных воздействий и возмущений, действующих на систему, и при наличии невысокой чувствительности системы к изменениям ее параметров в процессе эксплуатации. Существенное влияние на точность работы комбинированной системы оказывают помехи, поступающие на систему наряду с полезным сигналом и усиливаемые компенсационными цепями. При расчете компенсационных связей необходимо также учитывать имеющие место в реальных системах различного рода ограничения.

УДК 685.34.042,7

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КЛЕЕВ

Г.А. Бороздина, Г.А. Романова, П.С. Карабанов

*Новосибирский технологический институт
Московского государственного университета дизайна и
технологий (филиал)*

В настоящее время для крепления низа обуви широко используются полиуретановые клеи фирмы «Байер», поставляемые в виде гранул под маркой "Десмоколл". Однако применяемые Десмоколлы существенно различаются по растворимости, а, следовательно, и параметрам склеивания.

Целью данной работы являются экспериментальные исследования оценки качества и технологических режимов клеевого крепления подошв полиуретановым клеем на основе каучука Десмоколл 400, 530 и 602.

По своему составу Десмоколл 400 двухкомпонентный со средней степенью кристаллизации и применяется на рынке уже давно. Клеи на основе каучука Десмоколл 530 и 602 малы изучены. Они однокомпонентные и сильнокристаллизующиеся.

Был проведен эксперимент по оценке качества клеевых соединений по основным показателям. К этим показателям относятся первоначальная и окончательная прочность, сопротивление сдвигу, теплостойкость и водостойкость.

Оценка качества клеевых соединений представлена в таблице 1.