ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ушкин И.С., Шумилкин А.А., Адилов Р.М.,

ГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия», Пенза, e-mail: los@pgta.ru

Для снижения энергопотребления в системах контроля параметров микроклимата в жилых помещениях (температуры, влажности, освещенности) необходимо использовать средства автоматического регулирования данных параметров. Комплекс средств регулирования, как правило, состоит из датчиков параметров микроклимата, системы обработки данных и исполнительной системы. Датчики параметров микроклимата определяют текущее значение параметров. Система обработки данных определяет величину управляющего сигнала для исполнительной системы, которая тем или иным способом изменяет регулируемые параметры микроклимата.

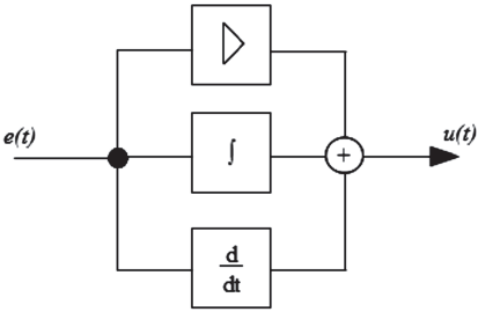
Для более качественного регулирования параметров используются методы ***пропорционально-интегрально-дифференциального*** (ПИД) регулирования.

ПИД-регулятор – устройство, формирующее управляющий сигнал, являющийся суммой трёх сигналов, первый из которых пропорционален входному сигналу, второй пропорционален интегралу от входного сигнала, третий – производной от входного сигнала. Работа ПИД-регулятора заключается в поддержании заданного значения x_0 некоторой величины x с помощью изменения другой величины u. Значение x_0 называется *уставкой*, а разность $e = (x_0 - x)$ – *невязкой* или рассогласованием.

На рисунке показана схема, иллюстрирующая принцип работы ПИД-регулятора. Выходной сигнал регулятора $u(t)$ определяется тремя составляющими:

$$u(t) = P + I + D = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \cdot \frac{de}{dt}, \quad (1)$$

где K_p, K_i, K_d – *коэффициенты усиления* пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих регулятора, соответственно.



Структурная схема ПИД-регулятора

Пропорциональная составляющая вырабатывает выходной сигнал, противодействующий отклонению регулируемой величины от заданного значения, наблюдаемому в данный момент времени. При использовании только пропорционального регулятора значение регулируемой величины никогда не стабилизируется на заданном значении. Чем больше коэффициент усиления, тем меньше статическая ошибка, однако при слишком большом коэффициенте усиления могут начаться автоколебания и система может потерять устойчивость.

Для устранения статической ошибки используют ***интегральную составляющую.*** Если система не испытывает внешних возмущений, то через некоторое время регулируемая величина стабилизируется на заданном значении, сигнал пропорциональной составляющей будет равен нулю, а выходной сигнал будет полностью обеспечивать интегральная составляющая.

Дифференциальная составляющая противодействует предполагаемым отклонениям регулируемой величины. Эти отклонения могут быть вызваны внешними возмущениями или запаздыванием воздействия регулятора на систему. В программной реализации для оптимизации расчетов используют рекуррентную формулу:

$$U(n) = U(n-1) + K_p \cdot \left(E(n) - E(n-1)\right) + K_i^{discr} \cdot E(n) + \\ + K_d^{discr} \cdot \left(E(n) - 2 \cdot E(n-1) + E(n-2)\right). \quad (2)$$

Наличие в ПИД-регуляторе всего лишь трех регулируемых параметров (K_p, K_i^{discr}, K_d^{discr}) в ряде случаев оказывается недостаточным для получения заданного качества регулирования, особенно для систем с большой транспортной задержкой (время формирования управляющего воздействия велико) и для систем, в которых требуется одновременно высокое качество слежения за уставкой и высокое качество ослабления внешних возмущений.

Постоянно растущие требования рынка к качественным показателям систем автоматического регулирования параметров мироклимата инициируют появление множества новых модификаций ПИД-регуляторов. Например, если решается задача смешивания газовых компонентов в заданных пропорциях, используется *регулятор отношений*; если модель объекта известна, то можно использовать регулятор со специальной структурой *в виде внутренней модели*; для управления объектами с большой транспортной задержкой используют регуляторы под названием *предиктор Смита*, содержащий блоки для предсказания поведения объекта через некоторое время; для управления нелинейными и сложными системами, а также при недостаточной информации об объекте управления используются ПИД-регуляторы, построенные с помощью методов нечеткой логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИАЛЬНОГО КОНСОРЦИУМА ДЛЯ БИОИОДИФИКАЦИИ МЯСНОГО СЫРЬЯ

Феднина А.В., Гребенщиков А.В.

Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж, e-mail: meatech@yandex.ru

Значение мяса и мясопродуктов в питании населения определяется тем, что служат источником полноценных белков, жиров, минеральных и экстрактивных веществ, некоторых витаминов, потребление которых является необходимым для нормального функционирования организма.

В последнее время значительно возрос интерес исследователей и производителей к биотехнологическим методам модификации мясного сырья, основанных на индивидуальных свойствах микроорганизмов. Целенаправленное использование микроорганизмов способствует получению стабильного качества готового продукта. Технологическое действие микро-