

ПИД - РЕГУЛЯТОРЫ В АСУТП

Интанкина Екатерина

*стажёр кафедры «Управление и автоматизация технологических процессов
производства».*

*Бухарский институт управления природными ресурсами
Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ».
Узбекистан, г. Бухара.*

E-mail: intankinakatya@gmail.com

Аннотация: *В данной работе выполнен обзор ПИД-регуляторов, используемых в современных автоматизированных системах управления технологическими процессами. Такие устройства универсальны, при помощи ПИД-регуляторов можно реализовать любые законы регулирования. ПИД-регуляторы используются в большинстве приложений автоматического управления процессами в промышленности. Они могут регулировать расход, температуру, давление, уровень и многие другие параметры производственных процессов.*

Ключевые слова: *АСУТП, ПИД-регулятор, промышленная сеть, интерфейс, модель OSI, контроллер, датчик, компьютер.*

PID REGULATORS IN APCS

Intankina Ekaterina Sergeyevna

*intern of the department "Management and automation of technological processes and
production"*

*Bukhara institute of natural resources management of the NRU "TIAME"
Uzbekistan, Bukhara.*

E-mail: intankinakatya@gmail.com

Annotation: *This paper provides an overview of PID controllers used in modern automated process control systems. Such devices are universal, with the help of PID regulators, any regulatory laws can be implemented. PID controllers are used in most applications of automatic process control in industry. They can adjust the flow rate, temperature, pressure, level and many other parameters of production processes.*

Key words. *Automated control system, PID controller, industrial network, interface, OSI model, controller, sensor, computer.*

Пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор (ПИД-регулятор) был изобретен еще в 1910 году. В 1942 году Зиглер и Никольс разработали методику

его настройки. С появлением микропроцессоров в 80-х годах прошлого века развитие ПИД-регуляторов происходит нарастающими темпами.

ПИД-регулятор относится к наиболее распространенному типу регуляторов. Около 90...95% регуляторов, находящихся в настоящее время в эксплуатации, используют ПИД алгоритм. Причиной такой высокой популярности является простота построения и промышленного использования, ясность функционирования, пригодность для решения большинства практических задач и низкая стоимость. Среди ПИД-регуляторов 64% занимают одноконтурные регуляторы и 36% - многоконтурные.

ПИД-регулятор использует пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования. ПИД-регулятор, как техническое устройство, называют ПИД-контроллером. ПИД- контроллер обычно имеет дополнительные сервисные свойства автоматической настройки, сигнализации, самодиагностики, программирования, безударного переключения режимов, дистанционного управления, возможностью работы в промышленной сети и т.д.

После появления дешевых микропроцессоров и аналого-цифровых преобразователей в ПИД-регуляторах используется автоматическая настройка параметров, адаптивные алгоритмы, методы нечеткой логики, генетические алгоритмы. Усложнились структуры регуляторов: появились регуляторы с двумя степенями свободы, с применением принципов разомкнутого управления в сочетании с обратной связью, со встроенной моделью процесса.

Несмотря на долгую историю развития, остается много проблем в вопросах устранения интегрального насыщения, при регулировании в контурах с гистерезисом, нелинейными объектами и транспортной задержкой; практические реализации ПИД-контроллеров не всегда содержат антиалиасные фильтры, граничная частота фильтра часто выбрана неправильно, чрезмерный шум и внешние возмущения затрудняют настройку параметров. Проблемы усложняются тем, что в современных системах управления динамика часто неизвестна, регулируемые процессы нельзя считать независимыми, измерения сильно зашумлены, нагрузка непостоянна, технологические процессы непрерывны.

Часть проблем возникает по причине сложности эксплуатации. Во многих ПИД-контроллерах дифференциальная компонента выключена только потому, что ее трудно правильно настроить. Пользователи пренебрегают процедурой калибровки, недостаточно глубокие знания динамики регулируемого процесса не позволяют правильно выбрать параметры регулятора. В результате 30% регуляторов, используемых в промышленности, настроены неправильно. Поэтому основные усилия исследователей в настоящее время сосредоточены на поиске надежных методов автоматической настройки регуляторов, как встроенных в ПИД контроллер, так и функционирующих на отдельном компьютере.

ПИД контроллеры наиболее хорошо представлены продукцией фирм ABB, Foxboro, Honeywell, Yokogawa, Toshiba, Siemens, Omron, Контравт, Овен, RealLab!

Идентификация моделей динамических систем. Для выполнения качественного регулирования необходимы знания о динамическом поведении объекта управления. Процесс получения (синтеза) математического описания объекта на основе экспериментально полученных сигналов на его входе и выходе называется идентификацией объекта. Математическое описание может быть представлено в табличной форме или в форме уравнений. Идентификация может быть структурной, когда ищется структура математического описания объекта, или параметрической, когда для известной структуры находят величины параметров, входящих в уравнения модели. Когда ищутся параметры модели с известной структурой, то говорят об идентификации параметров модели, а не объекта.

Результатом идентификации может быть импульсная или переходная характеристика объекта, а также соответствующие им спектральные характеристики, которые представляются в виде таблицы (массива). Эти характеристики могут использоваться в дальнейшем для структурной и параметрической идентификации математической модели объекта регулирования или непосредственно для определения параметров ПИД-регулятора.

Несмотря на разнообразие и сложность реальных объектов управления, в ПИД-регуляторах используются, как правило, только две структуры математических моделей: модель первого порядка с задержкой и модель второго порядка с задержкой. Гораздо реже используются модели более высоких порядков, хотя они могут более точно соответствовать объекту. Существуют две причины, ограничивающие применение точных моделей. Первой из них является невозможность аналитического решения системы уравнений, описывающей ПИД регулятор с моделью высокого порядка (а именно аналитические решения получили наибольшее распространение в ПИД-регуляторах с автоматической настройкой). Вторая причина состоит в том, что при большом числе параметров и высоком уровне шума измерений количество информации, полученной в эксперименте, оказывается недостаточным для идентификации тонких особенностей поведения объекта. Это проявляется в плохой обусловленности системы линейных алгебраических уравнений, к которой приводит метод наименьших квадратов.

Теория ПИД-регуляторов хорошо развита для линейных объектов управления. Однако практически все реальные объекты имеют нелинейность типа ограничения управляющего воздействия. Ограничение может быть связано, например, с ограниченной мощностью нагревателя при регулировании тепловых процессов, с ограничением площади сечения перепускного клапана, с ограничением скорости потока жидкости, и т. п. Ограничение "снизу" в тепловых системах связано с тем, что источник тепла не может, как правило, работать в режиме холодильника, когда этого требует закон регулирования.

Для минимизации нелинейных эффектов при идентификации объекта в рабочей точке ("в малом") используют малые изменения управляющего воздействия, когда нелинейности системы можно не учитывать.

Различают активную идентификацию и пассивную - когда в качестве воздействий используют сигналы, имеющиеся в системе в процессе ее нормального функционирования. В пассивном эксперименте производят только наблюдение за поведением системы в нормальном режиме ее функционирования, пытаясь извлечь из этого наблюдения информацию, достаточную для настройки регулятора.

Модели объектов управления. Существует два способа получения модели объекта управления: формальный и физический. При формальном подходе используют модель типа "черный ящик", в которой не содержится информация о физических процессах, происходящих в объекте, или о его структуре. Синтез формальной модели сводится к выбору одной из небольшого числа моделей, описанных ниже, и идентификации ее параметров.

При физическом подходе модель объекта составляют в виде системы уравнений, описывающих физические процессы в объекте. При этом в качестве параметров модели могут использоваться геометрия объекта, физические параметры материала, фундаментальные физические константы. В физическую модель могут быть добавлены несколько формальных параметров, которые необходимо определить экспериментально из условия минимизации погрешности моделирования.

Достоинством физических моделей является возможность установления аналитической зависимости между параметрами ПИД-регулятора и физическими параметрами объекта регулирования, например, зависимости постоянной интегрирования от количества яиц в инкубаторе или от количества жидкости в автоклаве. Другим достоинством физических моделей является то, что в процессе построения физической модели в нее вносится информация о структуре объекта.

Наличие в модели информации о структуре объекта позволяет лучше отфильтровать помехи и возмущения в процессе подгонки модели к экспериментальным данным методом наименьших квадратов.

В отличие от физической, формальная модель справедлива только для того набора параметров, который был получен в процессе ее идентификации.

Сегодня системы автоматизации практически все строятся на основе программируемых логических контроллеров (ПЛК), и ПИД-регуляторы представляют собой специальные модули, добавляемые к управляющему контроллеру или вообще реализуемые программно путем загрузки библиотек. Для правильной настройки коэффициентов усиления в таких контроллерах, их разработчики предоставляют специальное программное обеспечение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Гвоздева, В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем / В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. - Москва: СИНТЕГ, 2007
2. А.С. Ключев., Б.В. Глазов., А.Х. Дубровский., А.А. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие /– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 464 с.: ил.
3. Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем. Ганкин Михаил Зеликович. 1991 г.