

УДК 681.5

**Application and operation of PID regulation in automation of technological
Чемаев М.С.**

Научный руководитель старший преподаватель Гашенко Ю.В.

Самарский Государственный технический университет
Россия

443100, ул., Молодогвардейская, 244, г. Самара

Аннотация

В данной статье рассмотрены история появления регулирования. Рассмотрены такие законы регулирования, как пропорциональное регулирование, интегральное регулирование, дифференциальное регулирование. Также рассмотрены структура и устройство ПИД регулятора. Ручное и автоматическое управление системами автоматического управления на производстве. И их основные различия в работе. А также применение автоматического и ручного управления в АСУ ТП.

Ключевые слова: АСУ, ПИД-регулятор, законы регулирования.

Annotation

This article examines the history of the emergence of regulation. Such regulatory laws as proportional regulation, integral regulation, and differential regulation are considered. The structure and device of the PID controller are also considered. Manual and automatic control of automatic control systems in production. And their main differences in work. As well as the use of automatic and manual control in automated process control systems.

Key words: Automated control system, PID controller, regulatory laws.

**Application and operation of PID
regulation in automation of technological**

Chemaev M.S.

Academic advisor: Gashenko Yu.V.

Samara State Technical Univers

Введение

В 1939 году приборостроительная компания Taylor представила новую версию своего пневматического контроллера Fulscope с функцией предварительного действия в дополнение к ранее доступным режимам пропорционального управления и сброса. В настоящее время три режима управления называются пропорциональным, интегральным (сброс) и дифференциальным (предварительное действие), следовательно, сокращённо PID. В отечественной литературе принята аббревиатура ПИД, означающая пропорционально-интегрально-дифференциальный режим. В том же году компания Foxboro Instrument добавила к ранее доступным в контроллере Stabilog режимам пропорциональности и сброса гиперсброс, что делает его вторым ПИД-регулятором на рынке. Сегодня все ПИД-регуляторы, основаны на тех самых пропорциональном, интегральном и производном (дифференциальном) режимах контроллеров, выпущенных в 1939 году. ПИД-регуляторы используются в большинстве приложений автоматического управления процессами в промышленности. Они могут регулировать расход, температуру, давление, уровень и многие другие параметры производственных процессов. В статье рассматривается конструкция ПИД-регуляторов и объясняются используемые в них режимы управления P, I и D.[3]

Ручное и автоматическое управление

В отсутствие автоматических контроллеров все задачи регулирования приходится выполнять вручную. Например, для поддержания постоянной температуры воды, подогреваемой промышленным газовым нагревателем, оператор должен следить за датчиком температуры и соответствующим образом регулировать подачу газа при помощи клапана. Если температура воды по какой-либо причине становится слишком высокой, оператор должен немного закрыть газовый клапан на величину, достаточную, чтобы температура вернулась к желаемому значению. Если вода становится слишком холодной, он должен приоткрыть газовый клапан. Чтобы избавить оператора от утомительной задачи ручного управления, функцию управления можно автоматизировать с помощью ПИД-регулятора. Для этого требуется установить электронное устройство измерения температуры. Автоматизировать клапан, добавив к нему исполнительный механизм чтобы клапаном можно было управлять электронным способом. Установить контроллер, например ПИД-регулятор, и подключить к нему устройство измерения температуры и автоматизированный клапан управления. Выходной сигнал контроллера устанавливает положение регулирующего клапана. А значение измеренной температуры, называемое параметром регулирования процесса, даёт контроллеру столь необходимую обратную связь. Переменная процесса и выходной сигнал контроллера передаются в цифровой форме или посредством сигналов тока, напряжения. Когда всё включено и работает, ПИД-

регулятор получает сигнал переменной процесса, сравнивает его с уставкой и вычисляет разницу между двумя сигналами, также называемую ошибкой. Затем на основании величины ошибки и констант настройки ПИД-регулятора контроллер рассчитывает соответствующий выходной сигнал, который устанавливает регулирующий клапан в правильное положение для поддержания температуры на заданном уровне. Если температура поднимется выше заданного значения, контроллер уменьшит степень открытия клапана, и наоборот.[3]

ПИД-регулятор

ПИД-регуляторы имеют три режима управления: пропорциональный, интегральный и дифференциальный. Каждый из трёх режимов по-своему реагирует на возникновение ошибки. Размер и характер отклика, создаваемого каждым режимом управления, регулируется путём изменения соответствующих настроек контроллера. К пропорционально-интегрально-дифференциальным регуляторам относятся те, у которых регулирующее воздействие изменяется пропорционально: 1) рассогласованию, 2) интегралу рассогласования 3) скорости изменения входной величины регулятора (первой производной т.е. дифференцирующей составляющей). Таким образом, ПИД-регулятор имеет три параметра настройки. Воздействие входной величины этих регуляторов на выходную повышаются с увеличением коэффициента усиления, уменьшением времени интегрирования и увеличением времени дифференцирования. ПИД-регулятор можно рассматривать как систему, состоящую из параллельно соединённых усилительного, интегрирующего и идеального дифференцирующего звеньев.[4]

Первый компонент пропорциональный. Выходной сигнал даёт пропорциональная составляющая. Сигнал этот приводит к противодействию текущему отклонению входной величины, подлежащей регулированию, от установленного значения. Чем больше отклонение, тем больше и сигнал. Когда на входе значение регулируемой величины равно заданному, то выходной сигнал становится равным нулю.

Если оставить только эту пропорциональную составляющую, и использовать только её, то значение величины, подлежащей регулированию, не стабилизируется на правильном значении никогда. Всегда есть статическая ошибка, равная такому значению отклонения регулируемой величины, что выходной сигнал стабилизируется на этом значении.

Большее коэффициент усиления между входом и выходом — меньше статическая ошибка, но если коэффициент усиления будет слишком большим, то при условии наличия задержек в системе, в ней вскоре начнутся автоколебания, а если увеличить коэффициент ещё больше — система попросту утратит устойчивость.

Второй компонент интегрирующий. Интеграл по времени от величины рассогласования есть основная часть интегрирующей составляющей. Она пропорциональна этому интегралу. Интегрирующий компонент используется как раз для исключения статической ошибки, поскольку регулятор со временем учитывает статическую погрешность. В отсутствие внешних возмущений, через какое-то время подлежащая регулированию величина будет стабилизирована на правильном значении, когда пропорциональная составляющая окажется равной нулю, и точность выхода будет целиком обеспечена интегрирующей составляющей. Но интегрирующая составляющая тоже может породить осцилляции около точки позиционирования, если коэффициент не подобран правильно.[2]

Третий компонент дифференцирующий. Темпу изменения отклонения величины, подлежащей регулированию, пропорциональна третья — дифференцирующая составляющая. Она необходима для того, чтобы противодействовать отклонениям (вызванным внешними воздействиями или задержками) от правильного положения, прогнозируемого в будущем.

Практическая сторона ПИД-регулирования

Практически теоретический анализ ПИД-регулируемых систем редко применяют. Сложность состоит в том, что характеристики объекта управления неизвестны, и система практически всегда нестационарна и нелинейна. Реально работающие ПИД-регуляторы всегда имеют ограничение рабочего диапазона снизу и сверху, это принципиально объясняет их нелинейность. Настройка поэтому практически всегда и везде производится экспериментальным путем, когда объект управления подключен к системе управления. Использование величины, формируемой программным алгоритмом управления, обладает рядом специфических нюансов. Если речь, например, о регулировке температуры, то часто требуется все же не одно, а сразу два устройства: первое управляет нагревом, второе — охлаждением. Первое подает разогретый теплоноситель, второе — хладагент. Три варианта практических решений может быть рассмотрено. Сегодня системы автоматизации практически все строятся на основе 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 ПО.[1]

Заключение

ПИД-регулятор является необходимым элементом современных систем управления процессами. Каждый из режимов пропорционального, интегрального и дифференциального управления выполняет свою уникальную функцию.

Пропорциональные и интегральные режимы необходимы для большинства контуров управления, а регулирование по производной полезно только в некоторых случаях. Существуют различные алгоритмы ПИД-регулирования, поддерживающие наиболее распространенные не интерактивные алгоритмы и параллельные алгоритмы.[3]

Ссылки на литературу:

1. Журнал «Электрик инфо». Устройство автоматики.
URL: <https://elektrik.info/main/automation/1289-что-такое-pid-regulyator.html> (Дата обращения 20.11.2023)
2. Журнал «Студопедия». Статья «Пропорциональный закон регулирования»
URL: https://studopedia.ru/20_36284_proporsionalniy-p-zakon-regulirovaniya.html
(Дата обращения: 28.11.2023)
3. Производственно-практический журнал «Современные технологии автоматизации». Главный редактор С.А. Сорокин. №4\2019.
(Дата обращения: 20.11.2023)
4. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2008 -928 стр., 12 ил.