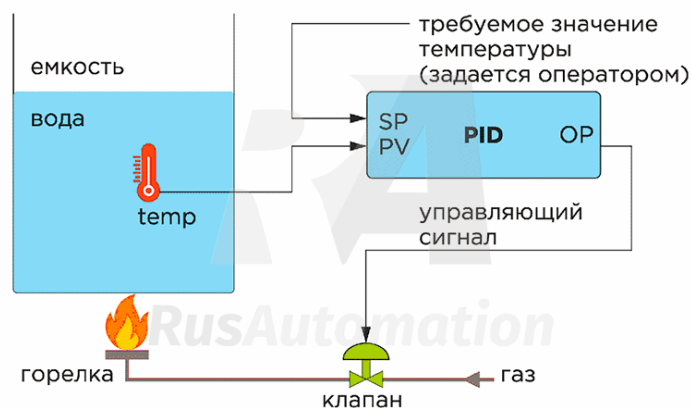


## Настройка пид-регулятора температуры

Для оптимальной работы температурного регулировочного контура выполняют настройку регулятора температуры. Этот процесс заключается в установке коэффициентов пид-регулятора температуры и в задании значения уставки. Чтобы сделать это быстро и правильно, необходимо знать принцип действия терморегулятора и влияние коэффициентов на технологический параметр.



### Принцип работы термоконтроллера

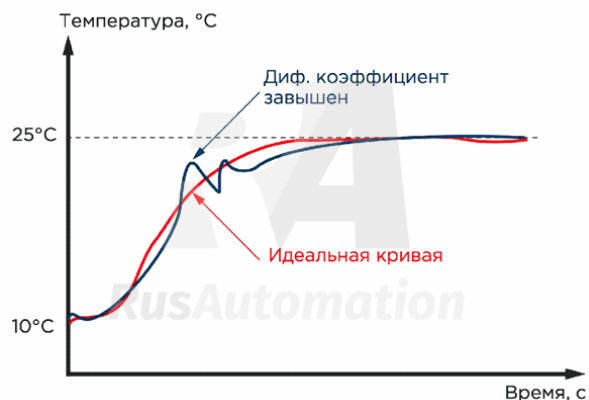
Классический контур регулирования температуры состоит из [термоконтроллера](#), [датчика \(термопара, термосопротивление\)](#) и исполнительного оборудования (клапан, ТЭН, турбина, насос и т.п.). Температурный контроллер получает сигнал от первичного сенсора, на основе этого значения формируется сигнал обратной связи, который поступает на контроллер.

На практике это выглядит следующим образом. Если реальное значение выше заданной уставки, формируется управляющий сигнал обратной связи, который, например, снижает мощность ТЭНа для охлаждения технологической среды. Расчет управляющего сигнала осуществляется микроэлектроникой на основе трех составляющих ПИД-закона регулирования:

- **Пропорциональная (P).** Это значение отвечает за скорость реагирования на любые изменения текущего значения. Чем больше отклонение температуры, тем больше выходной сигнал на терморегуляторе. Нельзя повышать P-составляющую до бесконечности. Так невозможно получить сверхбыстрый контур регулирования, но есть вероятность добиться перерегулирования, что может вызвать высокие отклонения температуры.



- **Интегральная (I).** Позволяет устранить статическую ошибку. Математически это происходит за счет суммирования такой ошибки, разности текущего и заданного значения и умножением на период дискретизации системы. Чем выше составляющая, тем быстрее будет происходить коррекция статической ошибки. При этом после перехода определенной границы, увеличение коэффициента может привести к появлению постоянных колебаний вокруг установочного значения.
- **Дифференциальная (D).** D-составляющая представляет собой разность текущей и предыдущей ошибки, поделенной на время измерения. В математическом смысле это производная ошибки по времени. Физически коэффициент отвечает за реакцию температурного контроллера на скорость изменения температуры. Позволяет корректировать работу системы при резких скачках и воздействиях, которые выводят ее из равновесия. Эта составляющая важна для быстрых систем, в которых могут возникать резкие изменения.



Алгоритм настройки ПИД-регулятора представляет собой подбор 3х составляющих до момента получения регулировочного контура с требуемыми показателями скорости, точности и стабильности. Идеальных систем не бывает, поэтому даже при самой грамотной настройке может присутствовать небольшое отклонение.

### Общие принципы настройки ПИД-регулятора термостатического контроллера

В теории существует множество математических методов настройки ПИД регулятора. На практике в большинстве случаев используют ручной способ, реже – автоматическую настройку. Особенность ручного подбора коэффициентов – наличие опыта и знаний у инженера, понимание процессов, протекающих в технологической системе. Для настройки коэффициентов PID регулятора температуры вручную требуется выполнить следующий алгоритм действий:

- **Выставить на терморегуляторе требуемое значение уставки (SV).**
- **Настроить P-составляющую.** Для этого выставить низкое значение коэффициента, затем постепенно повышать. Увеличивать необходимо до момента получения подходящей статической ошибки. Если в системе появляется перерегулирование, прекратить увеличение P-коэффициента.
- **Настроить I-составляющую.** Необходимо начать с малых значений и увеличивать их до появления постоянных небольших колебаний вокруг уставки.
- **Настроить D-составляющую.** Постепенно увеличивать составляющую до максимальной компенсации имеющихся колебаний.

Данный алгоритм итерационный, к любым его действиям можно возвращаться в процессе настройки. При отладке регулировочного контура удобно пользоваться графиком, отражающим значение технологического параметра.



У некоторых температурных регуляторов есть функция автоматической настройки коэффициентов регулирования. В этом случае значения составляющих вычисляются электроникой. При настройке PID-регулятора необязательно использовать все 3 составляющие. Для некоторых систем будет достаточно двух или одного коэффициента. Всего существует 4 режима, в которых может работать терморегулятор:

- П-регулирование;
- ПД-регулирование;
- ПИ-регулирование;
- ПИД-регулирование.

Также важно знать, какие механизмы или устройства управляют подачей охлаждения и нагревания системы. Это может быть клапан, который отвечает за подачу хладагента или теплоносителя, ТЭН, вентилятор и пр. Для одной системы может существовать несколько устройств для управления температурой. В таких случаях лучше использовать температурные регуляторы с двумя и более выходными каналами управления.

### Пример настройки ПИД-регулятора

На практике чаще всего используют автонастройку терморегулятора как наиболее быстрый и удобный способ. Автонастройка измеряет параметры объекта и автоматически подстраивает коэффициенты регулирования.

Предлагаем посмотреть видеоруководство по настройке ПИД-регулятора в термоконтроллере:

