

## ***Изучение измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ210***

**Цель работы** : изучить основы работы двухпозиционных, трехпозиционных и ПИД регуляторов. Разобраться с подключением, настройкой и возможностями дистанционного управления измерителя-регулятора ТРМ210, с целью выбора оптимальных режимов тепловой обработки.

### **1 Задача выбора закона управления и типа регулятора.**

Задача выбора закона управления и типа регулятора состоит в следующем – необходимо выбрать такой тип регулятора, который при минимальной стоимости и максимальной надежности обеспечивал бы заданное качество регулирования. Могут быть выбраны релейные, непрерывные или дискретные (цифровые) типы регуляторов. Для того, чтобы выбрать тип регулятора и определить его настройки необходимо знать:

- 1 - Статические и динамические характеристики объекта управления.
- 2 - Требования к качеству процесса регулирования.
- 3 - Показатели качества регулирования для непрерывных регуляторов.
- 4- Характер возмущений, действующих на процесс регулирования.

Выбор типа регулятора обычно начинается с простейших двухпозиционных регуляторов и может заканчиваться самонастраивающимися микропроцессорными регуляторами.

В данной лабораторной работе необходимо изучить работу измерителя-регулятора ОВЕН ТРМ210 в режиме двухпозиционного и ПИД регулятора с целью выбора наиболее оптимального управления имитируемым технологическим процессом.

### **2.Позиционные регуляторы.**

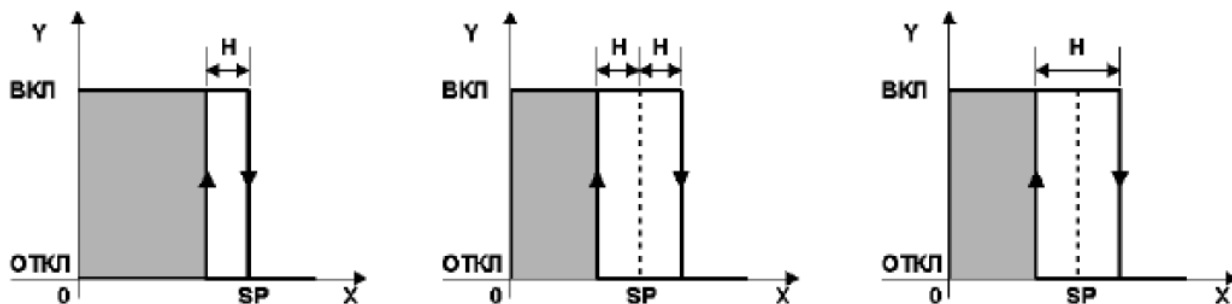
Релейные (позиционные) регуляторы выдают сигнал, который обеспечивает перемещение регулирующего органа в одно из фиксированных положений (позиций). Их может быть два, три и более. По количеству позиций различают двух-, трех- и многопозиционные регуляторы.

***Двухпозиционные регуляторы*** обеспечивают хорошее качество регулирования для инерционных объектов с малым запаздыванием, не требуют настройки и просты в эксплуатации. Эти регуляторы представляют обычный и наиболее широко распространенный метод регулирования. В простейшем случае (без обратной связи) двухпозиционный регулятор работает как двухпозиционный переключатель. Например, мощность, подаваемая на нагреватель, имеет только два значения - максимальное и минимальное (нулевое), две позиции (отсюда и название регулятора - двухпозиционный) - нагреватель полностью включен или полностью выключен. Для предотвращения «дребезга» управляющего выходного устройства (например, реле) и исполнительного

механизма (например, нагревательного элемента) вблизи уставки  $SP$ , предусматривается гистерезис  $H$ .

**Зона гистерезиса.** Ширина зоны гистерезиса в современных двухпозиционных регуляторах является единственным программируемым параметром настройки. Представление зоны гистерезиса описывается в руководстве по эксплуатации на соответствующий тип регулятора или систему регулирования.

**Основные варианты представления зоны гистерезиса показаны на рис. 1.**



**Рисунок 1 - Основные варианты представления зоны гистерезиса.**

Назначение гистерезиса  $H$  - предотвращение «дребезга» управляющего выходного устройства (например, реле) вблизи задания  $SP$  от слишком частого включения нагревателя. Гистерезис (в некоторых типах регуляторов) может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Отрицательные значения гистерезиса используются в основном для упреждения или задержки включения (выключения) выходных устройств. Например, включение выходного устройства по значению задания  $SP$  меньшему на величину гистерезиса  $H$  - включение с упреждением, или выключение выходного устройства по значению задания  $SP$  большему на величину гистерезиса  $H$  - выключение с задержкой. Эти типы гистерезиса применяются для того, чтобы учесть инерционность объектов регулирования.

Процесс двухпозиционного регулирования является автоколебательным -регулируемая величина как в переходном, так и в установившемся режиме периодически изменяется относительно заданного значения (рис. 2), т.е. регулируемая величина подвержена незатухающим колебаниям. Показателями автоколебательного режима являются амплитуда автоколебаний  $A_k$  и период автоколебаний  $T_k$  регулятора.

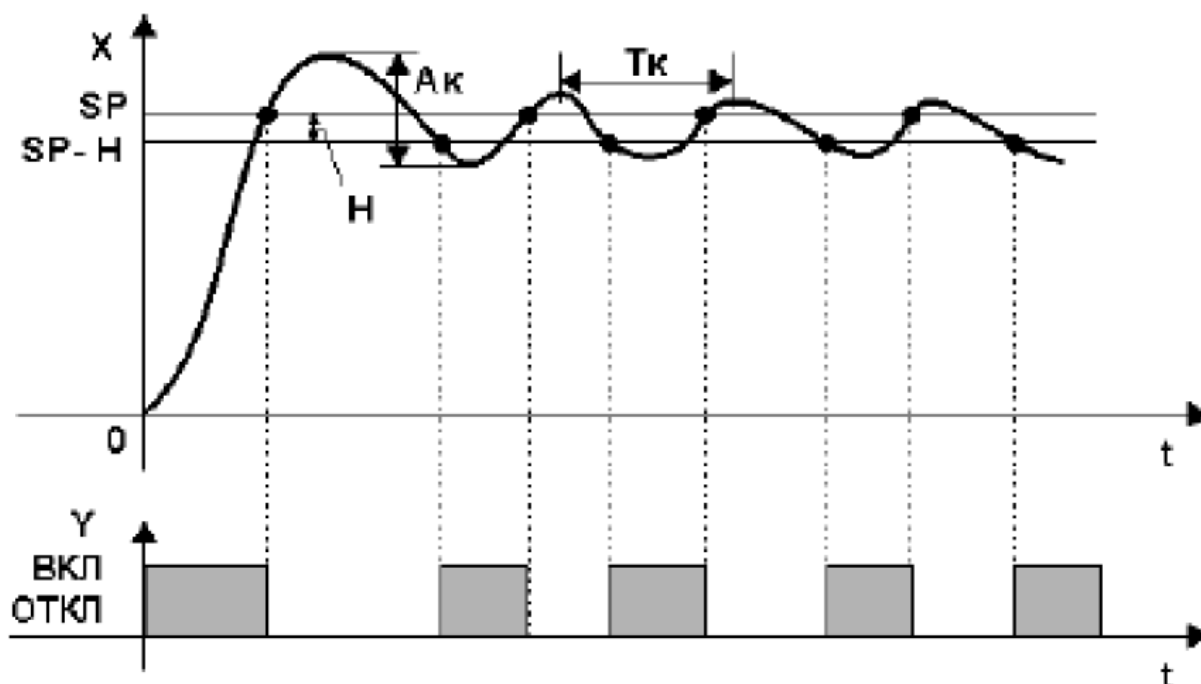
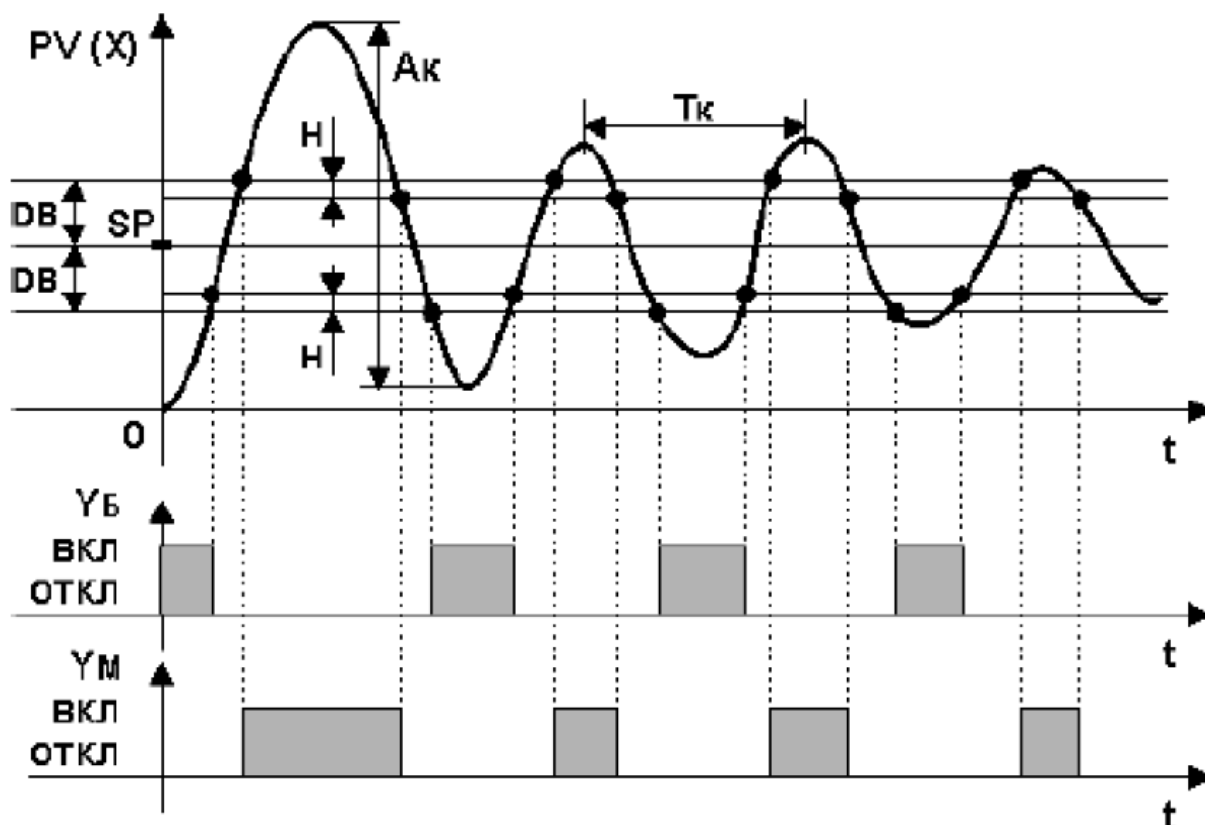


Рисунок 2 - Процесс регулирования с двухпозиционным законом

*Трехпозиционные регуляторы* используются для систем управления уровнем различных веществ, для систем управления нагреванием-охлаждением различных тепловых процессов, холодильных установок, регулирования микроклимата подогревателем и вентилятором, для систем распределения и смешивания различных потоков веществ с помощью трехходовых клапанов, кранов, смесителей, реверсивных электродвигателей, сервоприводов и др. Например, трехпозиционный регулятор включает при помощи переключательных элементов электродвигатель исполнительного механизма на правое вращение (например, открытие регулирующего органа), остановку или левое вращение (соответственно - закрытие регулирующего органа) - три позиции (отсюда и название регулятора - трехпозиционный).

Процесс регулирования с трехпозиционным законом при обратном направлении регулирования представлен на рис.3. Процесс трехпозиционного регулирования является автоколебательным - регулируемая величина как в переходном, так и в установившемся режиме периодически изменяется относительно заданного значения, т.е. регулируемая величина  $PV (X)$  подвержена незатухающим колебаниям. Показателями автоколебательного режима являются амплитуда автоколебаний  $A_k$  и период автоколебаний  $T_k$ .



**Рисунок 3 - Процесс регулирования с трехпозиционным законом.**

Точность регулирования технологического параметра, например, температуры, зависит от величины гистерезиса. Чем меньше гистерезис, тем точнее регулирование, но тем чаще включается нагреватель и тем самым больше износ коммутационных элементов (например, реле). Уменьшая гистерезис можно повысить качество регулирования до некоторого предела, определяемого параметрами объекта регулирования (тепловой инерцией, мощностью нагревателя, тепловой связью нагревателя и объекта и др.).

### **3. Регуляторы непрерывного действия.**

Регуляторы непрерывного действия - это регуляторы, у которых представление входных и выходных величин, а также выполнение всех вычислительных операций осуществляется непрерывно во времени.

Законом регулирования является зависимость между управляющим воздействием и сигналом рассогласования.

Регуляторы непрерывного действия наиболее распространенные и совершенные и подразделяются на:

1. Пропорциональные или П – регуляторы;
2. Интегральные или И – регуляторы;
3. Пропорционально - интегральные или ПИ – регуляторы;
4. Пропорционально-дифференциальные или ПД – регуляторы;

## 5. Пропорционально - интегрально - дифференциальные или ПИД – регуляторы.

Наиболее часто используется ПИД-регулятор, поскольку он сочетает в себе достоинства всех типовых регуляторов.

**ПИД – регулятор, пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор - воздействует на регулирующий орган пропорционально сигналу рассогласования, интегралу сигнала рассогласования и скорости изменения сигнала рассогласования. Передаточная функция ПИД – регулятора:**

$$W_p(p) = k_p \frac{T_d T_u p^2 + T_u p + 1}{T_u p}$$

### 3.1 Общие принципы настройки ПИД-регулятора

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 (SP).
- Настроить Р-составляющую. Для этого выставить низкое значение коэффициента, затем постепенно повышать. Увеличивать необходимо до момента получения подходящей статической ошибки. Если в системе появляется перерегулирование, следует прекратить увеличение П-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. Пример возможных зависимостей приведен на рисунке 4

У некоторых температурных регуляторов (в том числе у ТРМ210) 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.



Рисунок 4 - Процесс ПИД регулирования

#### **4. Описание лабораторной установки.**

Электрическая часть установки, которая находится в левой части стенда, состоит из измерителя-регулятора типа ТРМ210 изображенного на рисунке 5 производства фирмы ОВЕН. В правой части стенда находится эмулятор электрической печи, показанный на рисунке 6 который является объектом регулирования.

Регулятор состоит из: 1 – экран текущего значения температуры; 2 – экран значения уставки (SP); 3 – кнопки задания уставки; 4– индикаторы выходов К1 и К2 прибора; 5 – кнопка программирования и задания режимов работы прибора.



Рисунок 5 Измеритель-регулятор ОВЕН TPM210.

На передней панели регулятора расположены светодиоды, которые показывают состояние, в котором находится прибор:

- «СТОП» - регулятор остановлен;
- «АН» - идёт автонастройка;
- «РУЧ» - прибор находится в режиме ручного управления;
- «RS» прибор осуществляет обмен данными с сетью RS-485;
- «K1» - включено ВУ1;
- «K2» - включено ВУ2;
- «AL» - регулируемая величина выходит за заданные пределы;
- «LBA» - обнаружен обрыв в цепи регулирования.

Помимо светодиодов на передней панели расположены кнопки:



Кнопка осуществляет:

- вход в меню программирования;
- вход в нужную группу параметров;
- циклическое пролистывание параметров в группе (при каждом нажатии кнопки значение текущего параметра записывается в память);



Кнопка и служат для:

- перехода между пунктами меню;
- увеличения и уменьшения значения параметра.

В качестве объекта управления используется эмулятор печи изображённый на рисунке 6. Печь содержит: сигнальный провод датчика температуры; электрический нагревательный элемент печи (мощный резистор) с датчиком температуры внутри; индикатор работы печи, вентилятор.

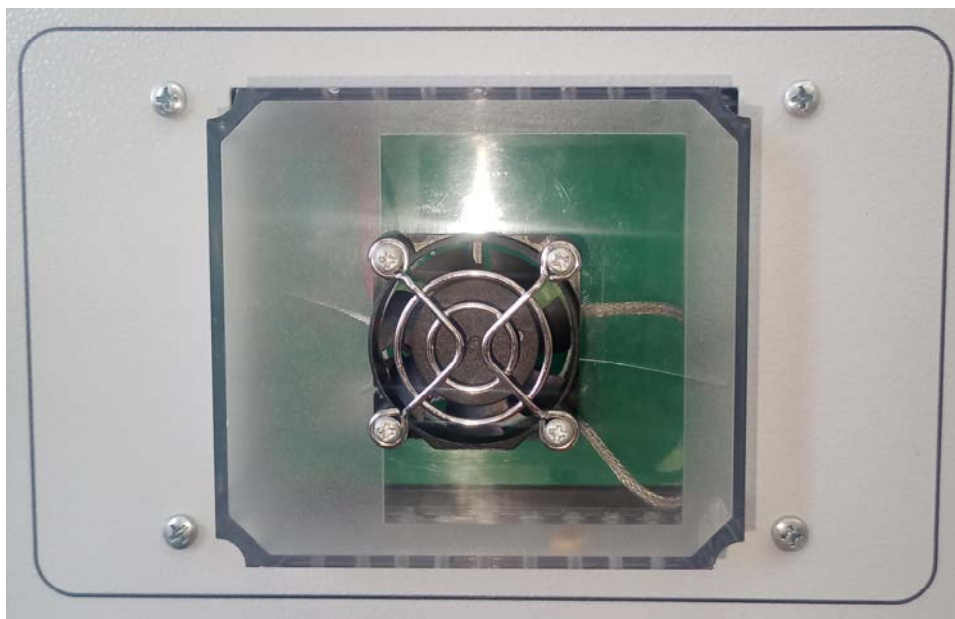


Рисунок 6 Эмулятор печи.

Измеритель-регулятор измеряет и поддерживает температуру печи на заданном уровне.

### **5. Практическая часть.**

**Внимание! Включать установку и выполнять какие-либо действия с приборами допускается ТОЛЬКО с разрешения преподавателя!**

1. Изучить электрическую принципиальную схему стенда "ПИД регулятор температуры".

2. Зарисовать в тетради электрическую принципиальную схему соединений соответствующую заданию.

**ПРИ ВЫКЛЮЧЕННОМ СТЕНДЕ** собрать схему и представить ее преподавателю на проверку.

3. Получить у преподавателя задание на вид и параметры режима регулирования и сигнализации.



4. Изучить инструкцию на измеритель-регулятор ТРМ210

**5.ПОСЛЕ РАЗРЕШЕНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ** включить стенд и произвести необходимую настройку регулятора ТРМ210 с передней панели при нахождении его в режиме СТОП (индикатор СТОП светится).

6. С разрешения преподавателя перевести регулятор в режим RUN и записать в табличной форме изменение температуры для одного или нескольких циклов регулирования. Внимание! Обязательно снять процесс поддержания температуры в диапазоне близком к установленному значению (несколько полувольт регулирования)

7. Построить графические зависимости аналогичные приведенным в МУ и рассчитать основные характеристики регулятора.

8. При помощи специального кабеля подключить измеритель-регулятор ТРМ210 к компьютеру и используя программу-конфигуратор проверить возможности его дистанционной настройки. Для этого настроить параметры подключения (порта) в 3 местах: в измерителе-регуляторе, в диспетчере устройств компьютера и в программе-конфигураторе.

9. Сделать заключение о возможности применения данного регулятора и изученного режима работы в известных технологических процессах.

Оформить отчет и написать вывод.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое автоматический регулятор?
2. Назовите виды регуляторов непрерывного действия
3. Что нужно знать чтобы выбрать тип регулятора и рассчитать его параметры настройки?
4. Принцип действия ПИД-регулятора?
5. Какой из регуляторов наиболее часто используется и почему?
6. Можно ли использовать регулятор ТРМ210 для трехпозиционного регулирования?
7. Для чего предназначен 2 выход регулятора ТРМ210?