Лекция 15

Регулирование с воздействием по возмущению

Система автоматического управления

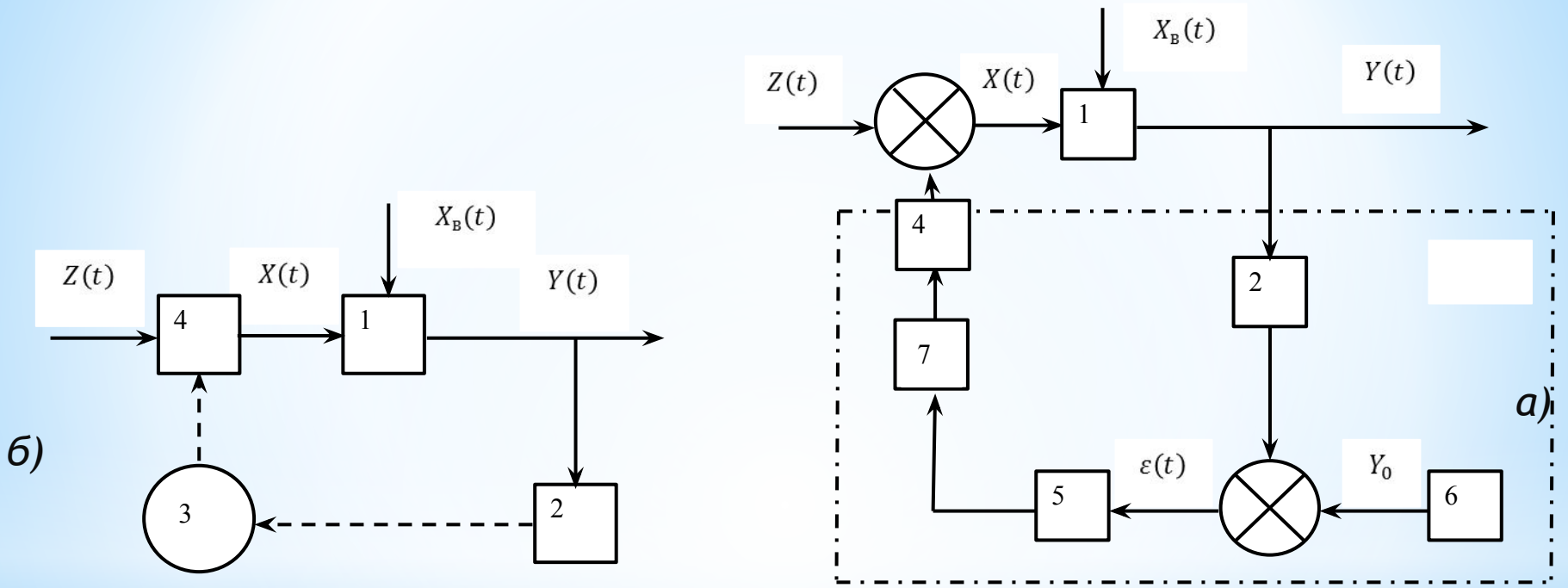

Рис.1.1. Системы ручного (*а*) и автоматического (*б*) регулирования:

1 – объект управления; 2 –датчик ; 3 – оператор; 4 – регулирующее устройство; 5 – устройство управления; 6 – задатчик; 7 – исполнительный механизм

Терминология систем автоматического регулирования

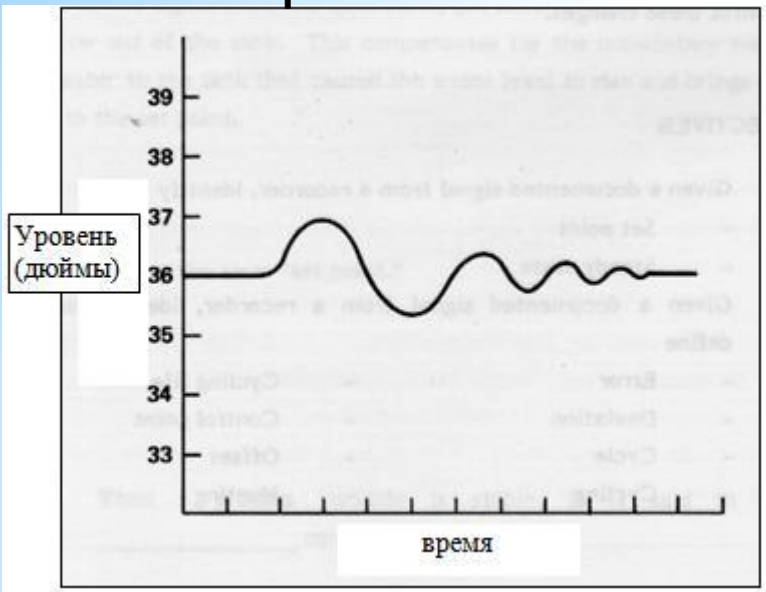

Рис. 1. Сигнал, представляющий изменения регулируемой переменной процесса

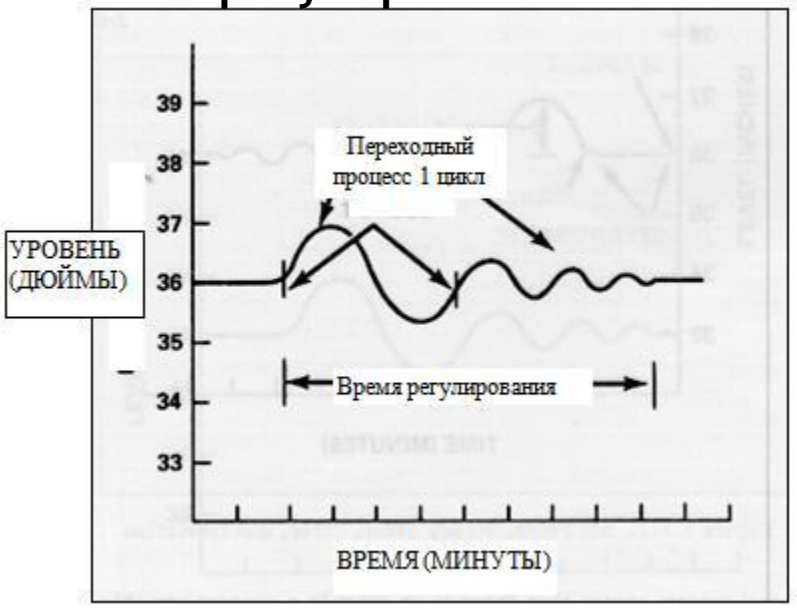

Рис. 2. Цикл переходного процесса, время регулирования

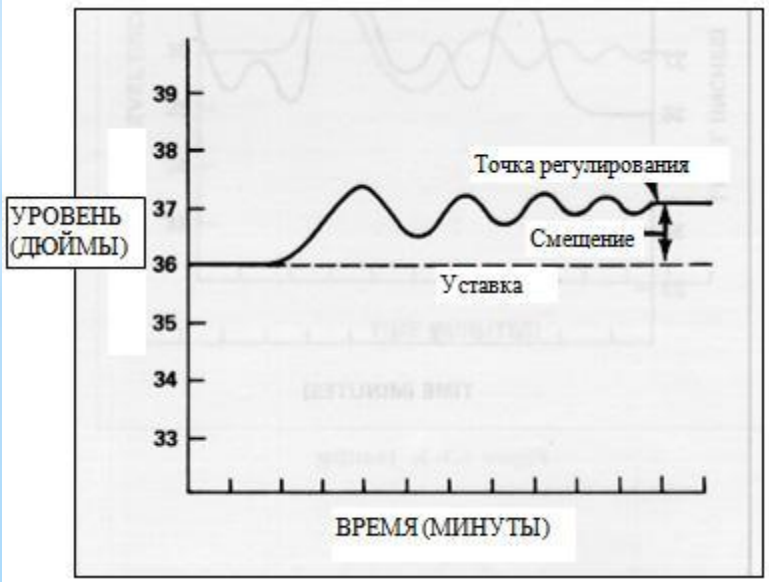

Рис. 3. Точка регулирования и смещение

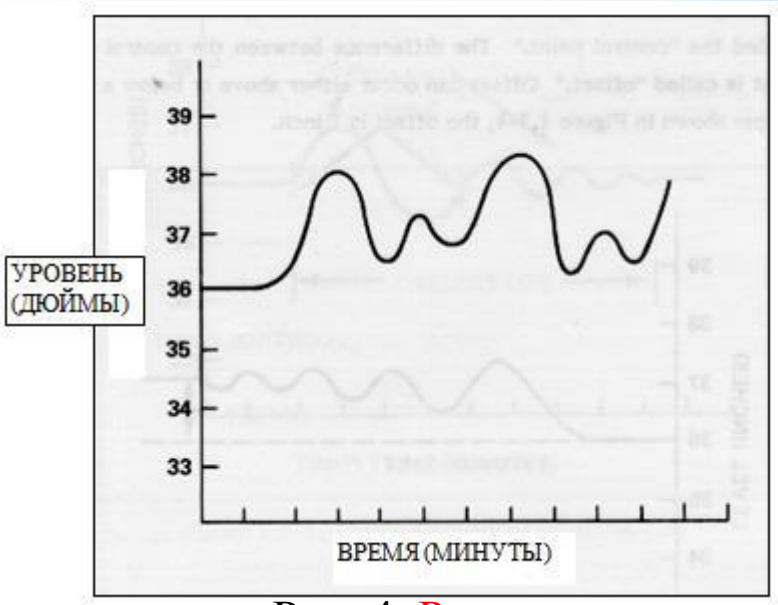

Рис. 4. Рыскание

Система регулирования с обратной связью работает путем коррекции рассогласования переменной процесса после того, как оно произойдет.

В противоположность этому, система регулирования по возмущению действует, предотвращая рассогласования прежде, чем они появятся.

1. Ручное регулирование с воздействием по возмущению

Регулирование с воздействием по возмущению представляет собой метод регулирования, при котором измеряется величина возмущения, а затем предпринимаются действия для того, чтобы не позволить возмущению изменить значение регулируемой переменной процесса.

Для объяснения ручного регулирования по возмущению можно использовать иллюстрацию процесса теплообмена. В системе регулирования, показанной здесь, термометр играет роль одновременно первичного и измерительного элементов.

Однако, вместо измерения температуры воды, выходящей из резервуара, термометр в этой системе измеряет температуру воды, поступающей в резервуар. В данном случае регулировать надо температуру как выходной параметр, то есть температуру воды, выходящей из резервуара.

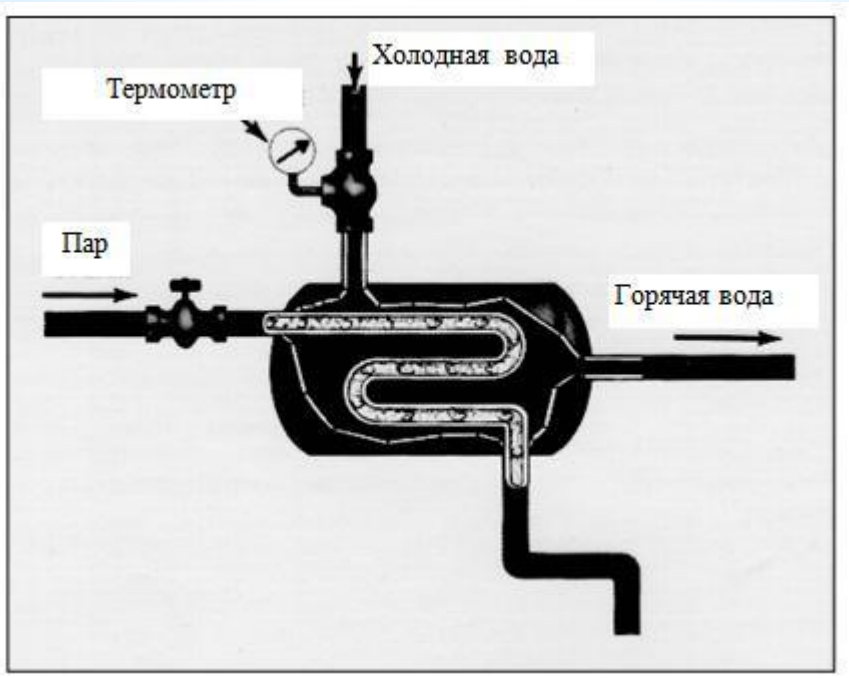

Рис. 5. Система ручного регулирования с воздействием по возмущению

Если температура воды, поступающей в резервуар, отклоняется от установленного значения, то термометр детектирует это и показывает величину изменения.

Оператор, выполняя функции регулирующего элемента, наблюдает за изменениями температуры и сравнивает в уме измеренное значение с тем значением, которое должно быть, чтобы температура воды на выходе из теплообменника соответствовала значению ее уставки. Оператор затем вычисляет разность между этими двумя значениями и изменяет степень открытия клапана так, чтобы компенсировать возмущение. Как и в примере регулирования с обратной связью, управляющий клапан в этой системе регулирования по возмущению служит в качестве исполнительного устройства регулятора.

Система регулирования с воздействием по возмущению имеет очевидное преимущество перед системой регулирования с обратной связью. При регулировании по возмущению в идеальном случае величина регулируемой переменной не изменяется, она остается на значении ее уставки.

Однако, ручное регулирование по возмущению требует более сложного понимания того влияния, которое возмущение окажет на регулируемую переменную. В только что описанном примере оператор должен точно знать, какое влияние окажет на изменение температуры выходящей воды конкретное изменение температуры поступающей в резервуар воды.

Оператор должен также точно вычислить, насколько надо изменить степень открытия клапана, управляющего подачей пара, для того, чтобы скомпенсировать возмущение и не дать ему изменить температуру выходящей воды.

Если оператор допустит ошибку, произойдет изменение температуры воды на выходе из теплообменника, что часто и происходит в реальных условиях.

Ошибка оператора останется нескорректированной, потому что в чистой системе регулирования с воздействием по возмущению нет обратной связи, которая могла бы уведомить оператора о том, что значение регулируемой переменной изменилось.

2. Автоматическое регулирование с воздействием по возмущению

На рис. 6 показан тот же процесс теплообмена, что и на рис. 5. Единственная разница заключается в том, что ручная система регулирования с воздействием по возмущению заменена здесь автоматической системой регулирования с воздействием по возмущению.

Первичным элементом в данной системе является термочувствительный баллон. Этот баллон воспринимает температуру холодной воды на входе в теплообменник. Если температура воды повышается, то вещество внутри термочувствительного патрона расширяется, вызывая изменение давления в манометрической измерительной системе. Это давление по капиллярной трубке передается к измерительному преобразователю, где оно измеряется и преобразуется в пропорциональный пневматический сигнал. Затем преобразователь посылает этот пневматический сигнал регулятору.

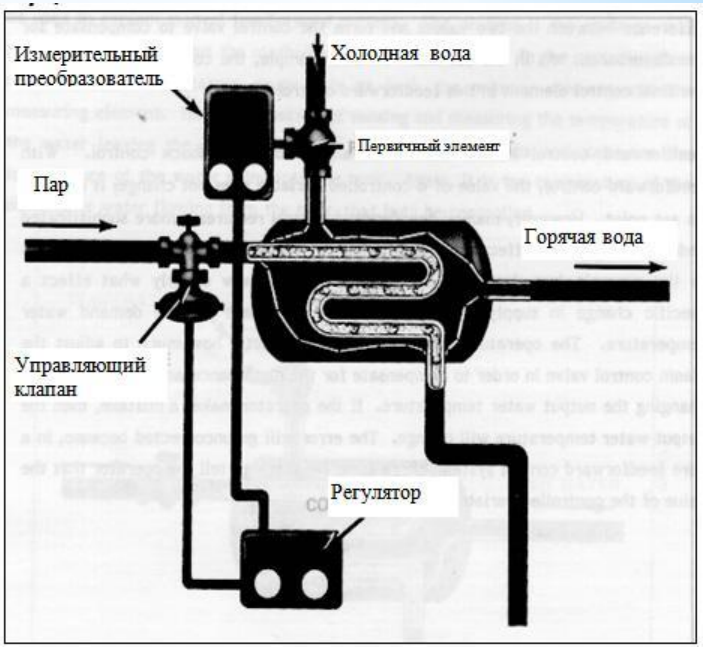

Рис.6. Автоматическая система регулирования с воздействием по возмущению

Регулятор измеряет сигнал от преобразователя и сравнивает его с тем значением температуры входящей воды, которое необходимо для поддержания заданной температуры воды на выходе теплообменника. Затем регулятор вычисляет, какая величина коррекции необходима для компенсации разницы между этими двумя температурами. И, наконец, регулятор посылает пропорциональный пневматический сигнал на управляющий клапан. Управляющий клапан немного закрывается, уменьшая расход пара через змеевик настолько, чтобы скомпенсировать возмущение и не дать ему изменить температуру воды, выходящей из теплообменника.

При регулировании по возмущению предполагается, что регулирование идеально: что любое возмущение компенсируется точно, так что значение регулируемой переменной никогда не изменяется.

Однако, в любом процессе существует множество возможных возмущений, и поскольку регулирование по возмущению требует использования более сложных и точных приборов, чем регулирование с обратной связью, то практически бессмысленно, чтобы система регулирования по возмущению предупреждала все возможные возмущения. Опять таки, если значение регулируемой переменной в системе регулирования с воздействием по возмущению изменится в результате изменения величины ее уставки, то система не детектирует это изменение.

По этим причинам регулирование по возмущению часто сочетается с регулированием с обратной связью. На рис.6 показан пример комбинированной системы регулирования по возмущению и с обратной связью.

В данном примере контур регулирования по возмущению предвосхищает и компенсирует изменения температуры подаваемой в теплообменник воды. Контур системы регулирования с обратной связью исправляет рассогласования или ошибки, вызванные другими возмущениями. Например, если возмущение вызвано изменением температуры пара, проходящего через змеевик, то контур системы регулирования по возмущению не сумеет скомпенсировать изменение температуры воды в теплообменнике вследствие этого возмущения, поскольку он спроектирован только для компенсации изменений температуры подаваемой воды.

Однако, контур системы с обратной связью почувствует изменение температуры выходящей воды и предпримет действия для исправления рассогласования.

Система регулирования по возмущению обычно сочетается с системой регулирования с обратной связью. Регулирование по возмущению предназначается только для более ответственных операций, которые требуют очень точного регулирования.

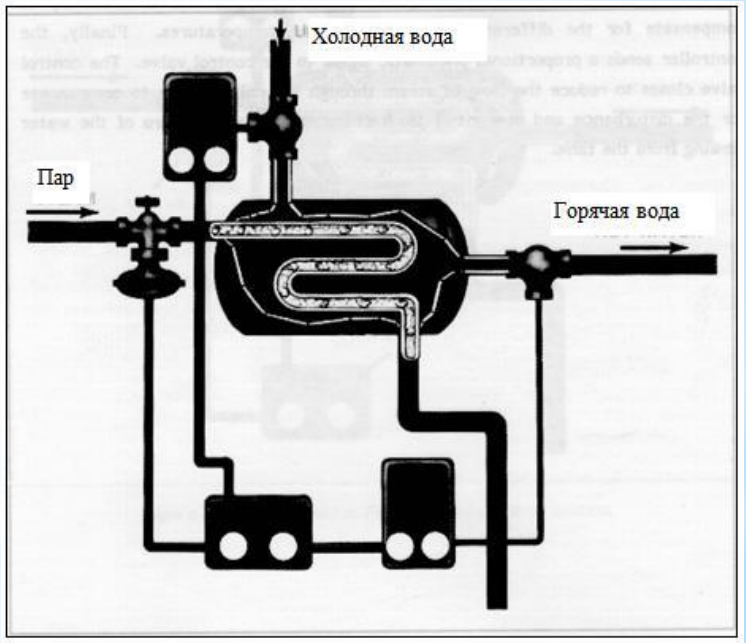

Рис. 6. Комбинированная система регулирования с обратной связью и воздействием по возмущению.