

СПОСОБ БАЙПАСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА В КОТЛЕ-УТИЛИЗАТОРЕ УСТК

Одним из важнейших параметров, характеризующих работу котлоагрегата, является температура перегретого пара. Повышение либо понижение ее вышеустановленных пределов может вызвать некорректную работу котла, повреждения и даже аварии. Поэтому очень важно поддерживать ее на заданном уровне.

В большинстве случаев регулирование температуры перегретого пара происходит за счет изменения расхода воды, однако также применяется вариант регулирования температуры за счет изменения расхода пара через пароохладитель. Осуществляется это с помощью байпаса, установленного в обход пароохладителя. Такая схема применяется, например, в котле-утилизаторе КСТК-35/40-100 установки сухого тушения кокса коксохимического завода «АМК» филиала № 1 ООО «ЮГМК». При таком проектном решении температура перегретого пара зависит от расхода пара, идущего через поверхностный пароохладитель и пара, идущего по байпасу в обход пароохладителя [1].

Насыщенный пар из барабана поступает в первую ступень пароперегревателя, а затем направляется в поверхностный пароохладитель. Далее пар из пароохладителя поступает во вторую ступень пароперегревателя, откуда направляется к потребителю. При такой схеме регулирования, как правило, дополнительный клапан, установленный на линии пароохладителя, фиксируют в одном положении согласно режимной карте, а регулирование температуры перегретого пара осуществляется байпасным перепуском перегретого пара мимо поверхностного пароохладителя (рис. 1). При этом давление и температура воды, поступающей на пароохладитель, остаются постоянными.

Установленный на байпасе клапан позволяет изменять диапазон регулирования расхода и температуры пара. Особенностью такого регулирования является изменение тепловосприятия промперегревателя при очень слабом влиянии на тракт первичного пара. В этом отношении регулирование температуры пара вторичного перегрева практически является автономным.

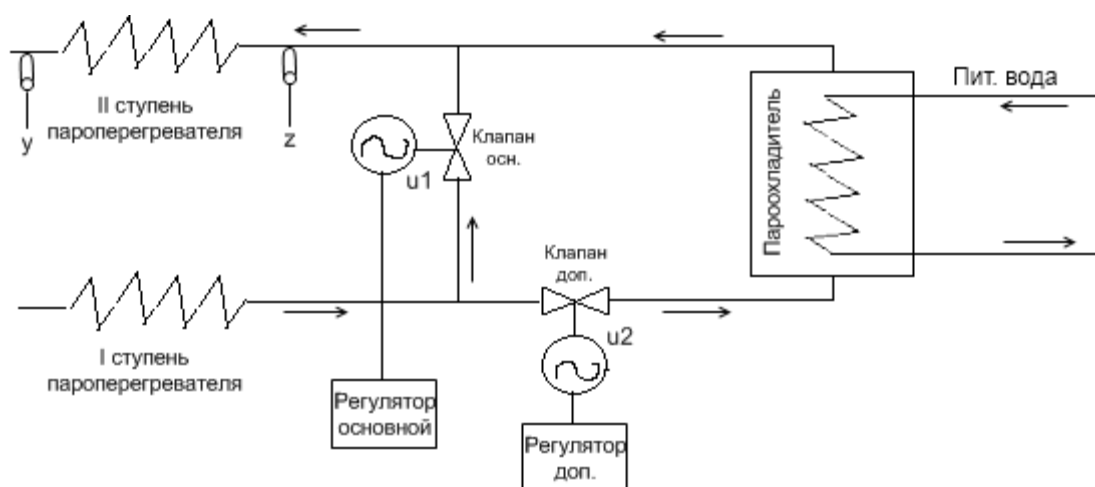


Рисунок 1 — Схема байпасного регулирования температуры перегретого пара

Благодаря низкому значению температурного напора в холодном пакете, изменение расхода пара через него существенно сказывается на тепловосприятии пакета. Даже небольшая доля байпасирования уже заметно влияет на изменение температуры пара на выходе из пакета.

Горячая (II) ступень перегревателя находится в зоне высоких температур газов и работает с высоким температурным напором. Поэтому здесь температурный напор и тепловосприятие относительно мало изменяются при изменении температуры пара на входе. Таким образом, эта ступень перегревателя мало чувствительна к изменению температуры пара, и глубина регулирования конечной температуры пара в основном определяется изменением теплосъёма в «холодном» пакете.

С увеличением пропуска пара по байпасной линии тепловосприятие первой ступени (холодного пакета) уменьшается и температура на входе во вторую ступень (горячий пакет) будет снижаться. Это вызывает рост тепловосприятия в горячем пакете. При этом произойдёт явление некоторой «тепловой самокомпенсации», направленной в сторону стабилизации температуры пара.

Важной проблемой является регулирование температуры во второй ступени, так как при наличии возмущений система может выйти за допустимый диапазон регулирования температуры и в связи с этим процесс отработки возмущения затянется.

Для решения данной проблемы предлагается реализация системы с двумя регуляторами, структурная схема которой представлена на рисунке 2. Особенностью предлагаемой системы является наличие двух независимых в настройке регуляторов [2]. Каждый автономный регулятор управляет своим клапаном, а структура системы позволяет перераспределить суммарное управляющее воздействие между регулируемыми потоками за счет непрерывно определяемого в вычислительном устройстве коэффициента долевого участия регуляторов λ .

Исходя из схемы предполагается, что датчики температуры должны быть установлены на выходе второй ступени пароперегревателя, а также перед второй ступенью пароперегревателя — после соединения охлаждаемого и байпасного потоков. На данной схеме под W_{yu} и W_{zu} обозначены передаточные функции второй ступени пароперегревателя и пароохладителя. Под W_{yt} и W_{zt} обозначены передаточные функции соответствующих термопар, а под W_{ry} и W_{rz} — регуляторы основной и промежуточной величины. Также на схеме учтено наличие ограничений управляющих воздействий по скорости и по уровню.

Данная схема предполагает, что регулирование основной величины осуществляется клапаном, установленным на байпасе, а регулирование промежуточной величины осуществляется клапаном, установленным перед пароохладителем.

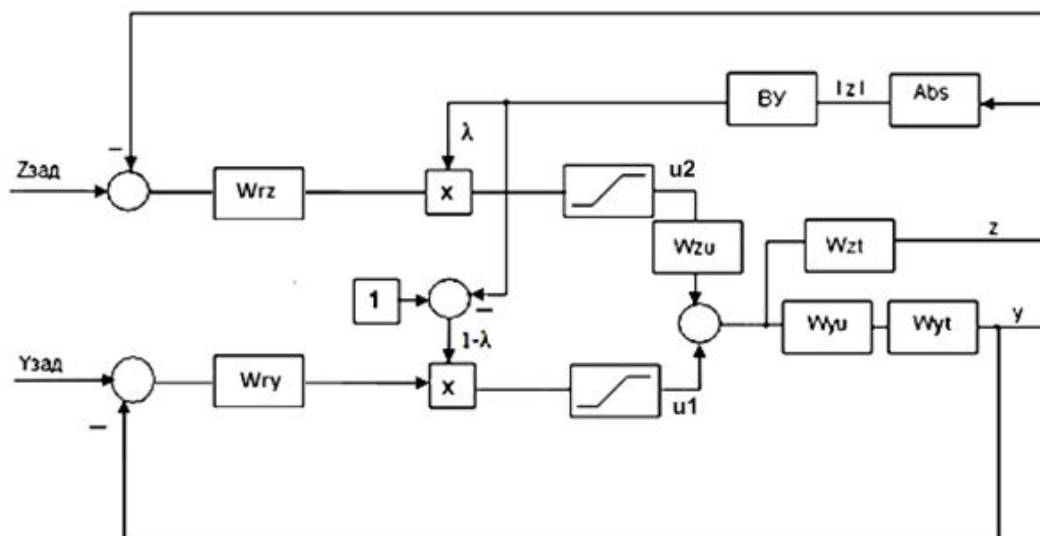


Рисунок 2 — Структурная схема АСР с двумя независимыми регуляторами

Особенностью схемы регулирования является определение коэффициента участия регуляторов λ . Введение данной величины связано с тем, что в системе байпасного регулирования температурой перегретого пара открытие либо закрытие двух клапанов взаимосвязано, когда открывается один — прикрывается другой и наоборот.

Коэффициент долевого участия регуляторов рассчитывается в вычислительном устройстве ВУ по модулю промежуточной величины температуры перегретого пара и определяется по формуле (1).

$$\lambda = \begin{cases} 0, & \text{при } \rightarrow |z(t)| < z_{lo} \\ \frac{|z(t) - z_{lo}|}{z_{hi} - z_{lo}}, & \text{при } \rightarrow z_{hi} > |z(t)| \geq z_{lo} \\ 1, & \text{при } \rightarrow |z(t)| > z_{hi}, \end{cases} \quad (1)$$

где z_{lo} и z_{hi} — соответственно нижний и верхний задаваемые пределы отклонения модуля величины z_t .

Таким образом, согласно структурной схеме на рисунке 2, сигнал с выхода регулятора будет умножаться на коэффициент участия, который находится в пределах от 0 до 1, и только тогда будет открывать или закрывать клапан.

В работе был произведен синтез системы байпасного регулирования температуры перегретого пара, была рассчитана математическая модель объекта и проведено моделирование работы всей системы.

Анализ результатов моделирования показал, что разработанная система с двумя независимыми регуляторами при управлении одновременно двумя клапанами обеспечивает высокое быстродействие, по сравнению с традиционным способом регулирования. В разработанной системе происходит быстрое подавление возмущающих воздействий, практически отсутствует перерегулирование и колебательность переходного процесса. Это делает ее пригодной для регулирования температуры перегретого пара на КСТК-35/40-100, а также дает возможность развивать данную схему и внедрять на других агрегатах с подобной схемой байпасного регулирования.

Список литературы

1. Котел-утилизатор КСТК-35/40-100 : руководство по эксплуатации. — Белгород : Энергомаш. — 26 с.
2. Ткачев, Р. Ю. Метод синтеза систем управления с двумя регуляторами / Р. Ю. Ткачев, В. Г. Дрючин // Современные проблемы математики, механики и информатики / под ред. Н. Н. Кизиловой, Г. Н. Жолткевича. — Харьков : Апостроф, 2012. — № 2. — С. 400–408.