

УДК 621.184.64

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЕЖУТОНОГО ПЕРЕГРЕВА ПАРА ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА

Батюня И.Е.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Кравченко В.В.

Объектом проектирования является прямоточный паровой котёл. Принципиальная схема технологического процесса, протекающего в прямоточном котле, изображена на Рисунке 1.

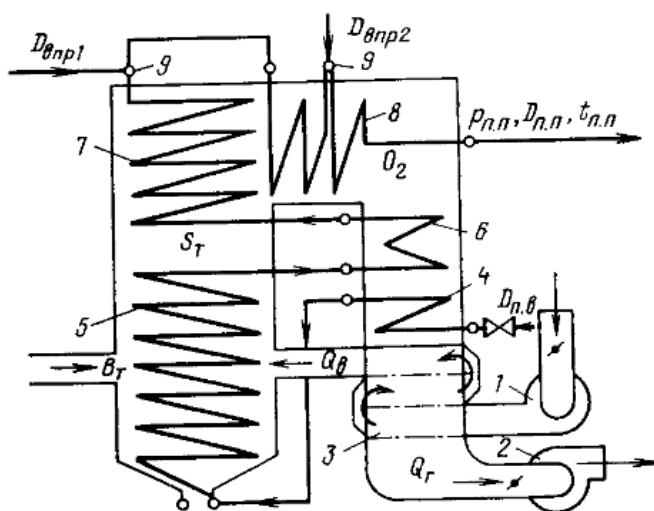


Рисунок 1. – Принципиальная технологическая схема прямоточного котла: 1 – дутьевой вентилятор; 2 – дымосос; 3 – воздухоподогреватель; 4 – водяной экономайзер; 5 – нижняя радиационная (испарительная) часть; 6 – переходная зона; 7, 8 – радиационный и конвективный пароперегреватель; 9 – парохладители.

Последовательно соединенные поверхности нагрева прямоточного котла можно представить в виде змеевика, в один конец которого поступает питательная вода, а из другого выходит перегретый пар. Этот змеевик укрупненно может быть разделен на три части: водяную, водопаровую и паровую. Положение точки начала перегрева, определяющей границу между испарительной и перегревательной частями, может изменяться в зависимости от паропроизводительности, количества подводимой теплоты и расхода питательной воды.

Регулирование температуры перегрева пара в прямоточных котлах представляет собой более сложную задачу по сравнению с барабанными, так как по условиям температурного режима металла поверхностей нагрева ее следует стабилизировать по всей длине пароперегревательного тракта. При этом необходимо поддерживать неизменным местоположение точки начала перегрева или границы между испарительным и перегревательным участками.

Регулирование с помощью газопарового теплообменника (ГППО). Теплообменник сконструирован по принципу труба в трубе и представляет собой размещенную в газоходе систему змеевиков из труб диаметром 60 x 3,5 мм, внутри каждой из которых проходят две трубки диаметром 16 x 3 мм. По трубкам малого диаметра движется греющий пар первичного пар тракта, а навстречу ему по трубам большего диаметра проходит пар вторичного тракта. Трубы большего диаметра обогриваются топочными газами снаружи, что требует их надежного охлаждения. В связи с этим змеевики большего диаметра пропускают весь пар вторичного тракта и регулирование его температуры осуществляют изменением расхода греющего пара.

Способы регулирования с помощью теплообменников экономически целесообразны, однако недостаток их состоит в появлении существенных взаимосвязей между системами регулирования первичного и вторичного перегрева пара. Кроме того, эти способы не всегда обеспечивают достаточный диапазон регулирования.

Структурная схема системы автоматического регулирования (САР) представлена на рисунке 2.

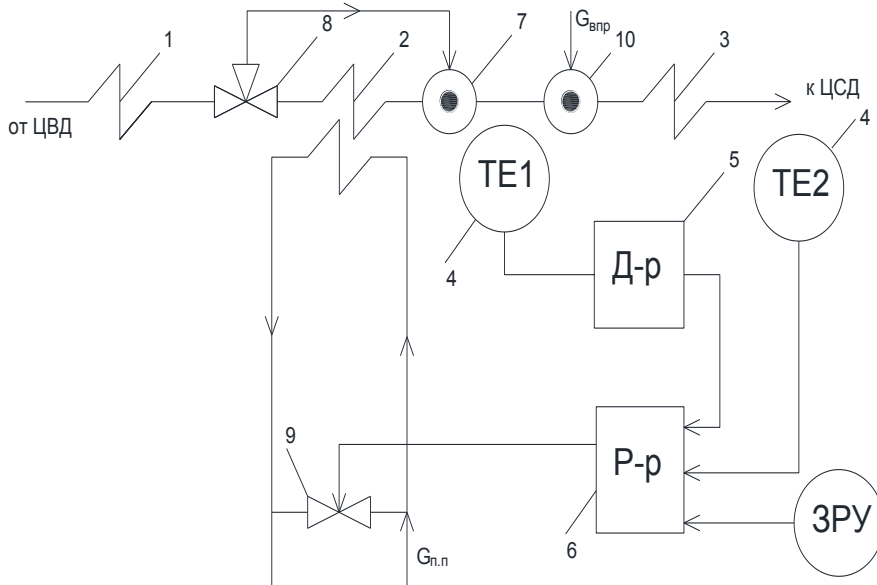


Рисунок 2. Структурная схема САР температуры вторичного перегрева пара с помощью газопарового теплообменника

1, 3 – ступени вторичного пароперегревателя; 2 – паропаровой теплообменник; 4 – термопара; 5 – дифференциатор; 6 – регулятор температуры пара на выходе; 7 – пароохладитель; 8 – трехходовой регулирующий клапан; 9 – обводной клапан; 10 – аварийный впрыскивающий пароохладитель.

Моделирование выполняем по схема по схема изображенной на рисунке 3:

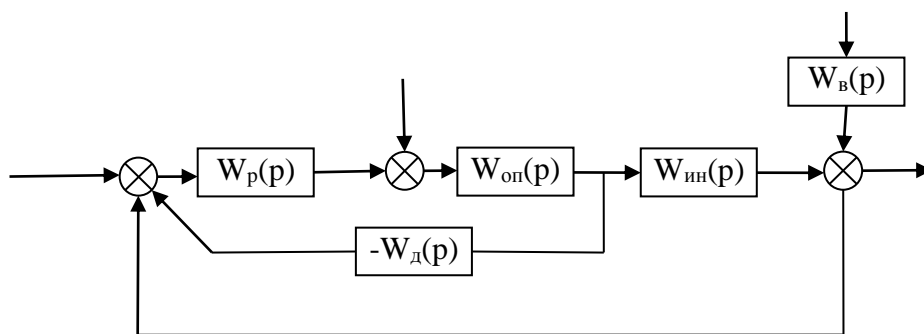


Рисунок 3. Структурная схема САР с дифференциатором

Передаточные функции имеют следующий вид:

$$\text{Основной регулятор: } W_p(p) = \frac{K_p(T_u p + 1)}{T_u p}.$$

$$\text{Дифференциатор: } W_\delta(p) = \frac{K_\delta T_\delta p}{T_\delta p + 1}.$$

Опережающий участок: $W_{on}(p) = \frac{K_{on}}{(T_{on}p+1)(\sigma_{on}p+1)} = \frac{1.4}{(13p+1)(1.3p+1)}$.

Инерционный участок: $W_{ин}(p) = \frac{K_{ин}e^{-\tau_y p}}{(T_{ин}p+1)(\sigma_{ин}p+1)} = \frac{e^{-21p}}{(90p+1)(17.6p+1)}$.

Крайнее внешнее возмущение: $W_{\epsilon}(p) = \frac{10}{30p+1}$.

После моделирования переходных процессов в программе VisSim получили следующие результаты:

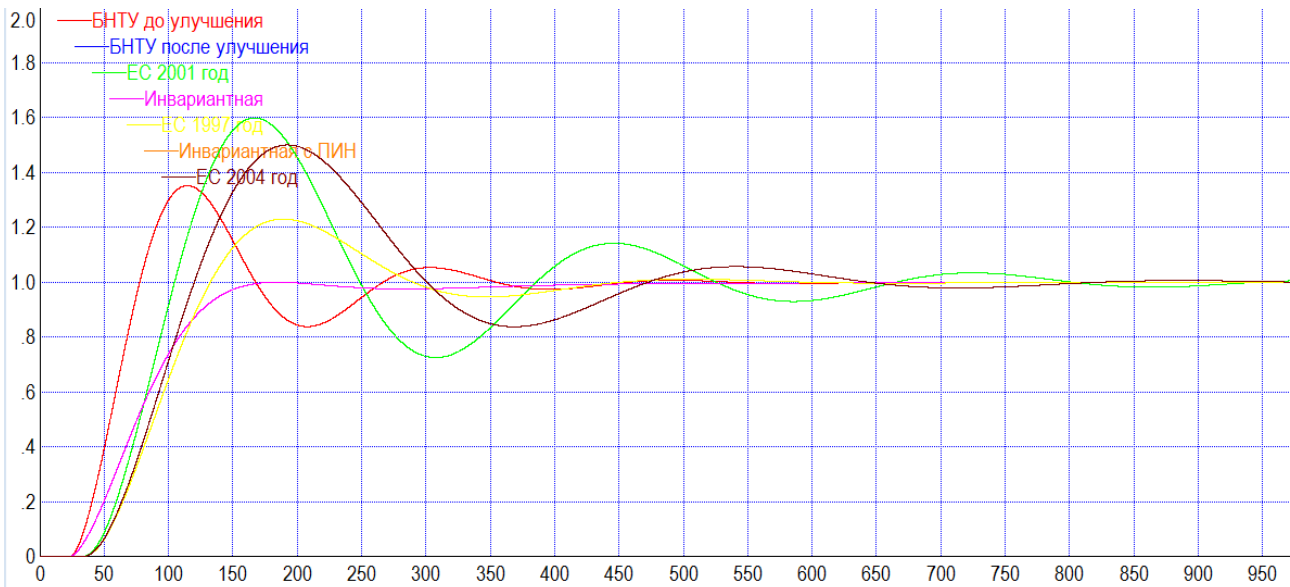


Рисунок 4. Отработка скачка задания ($x_{зд}$)

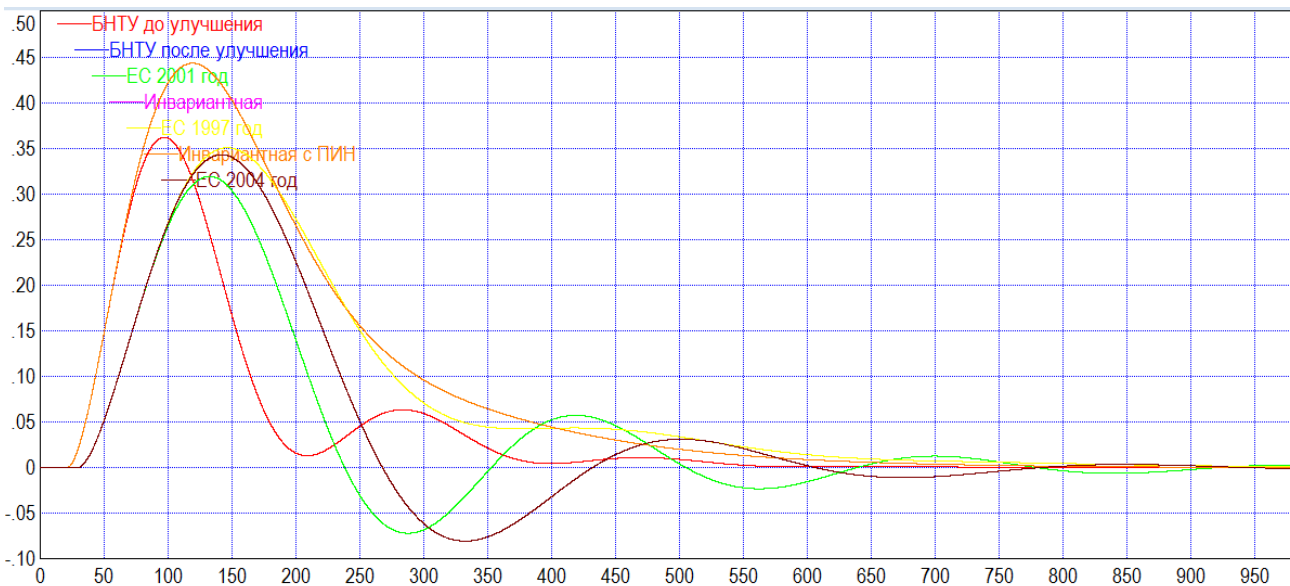


Рисунок 5. Отработка внутреннего возмущения f_1

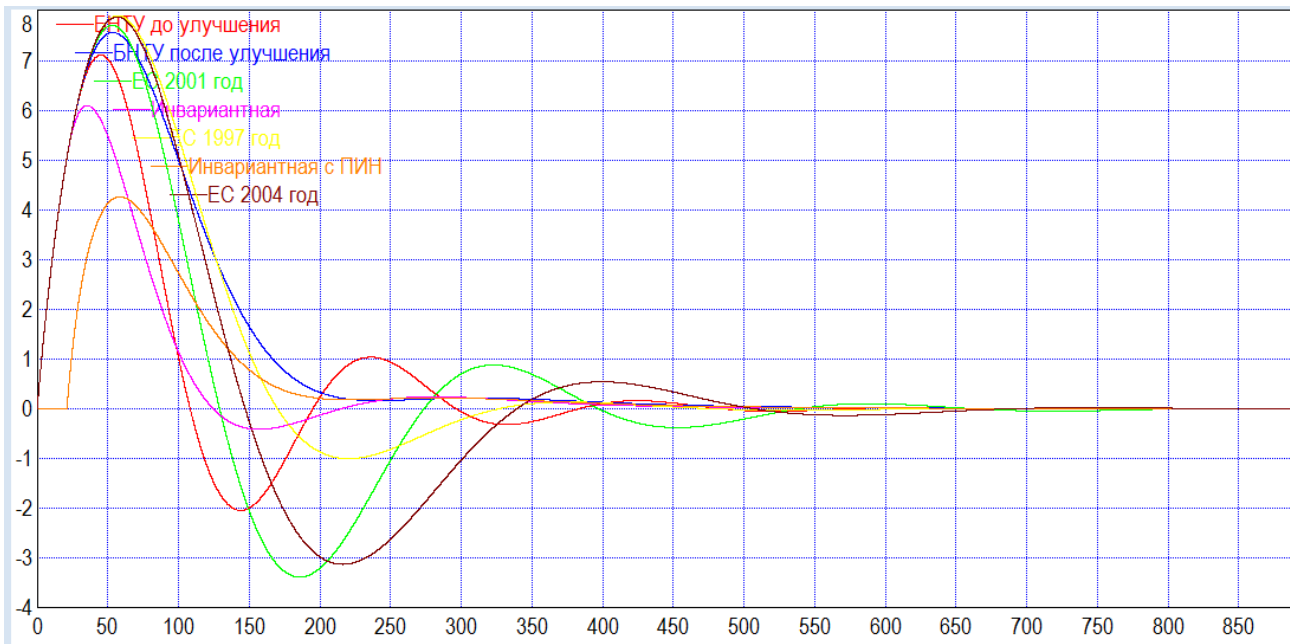


Рисунок 6. Отработка крайнего внешнего возмущения f_2

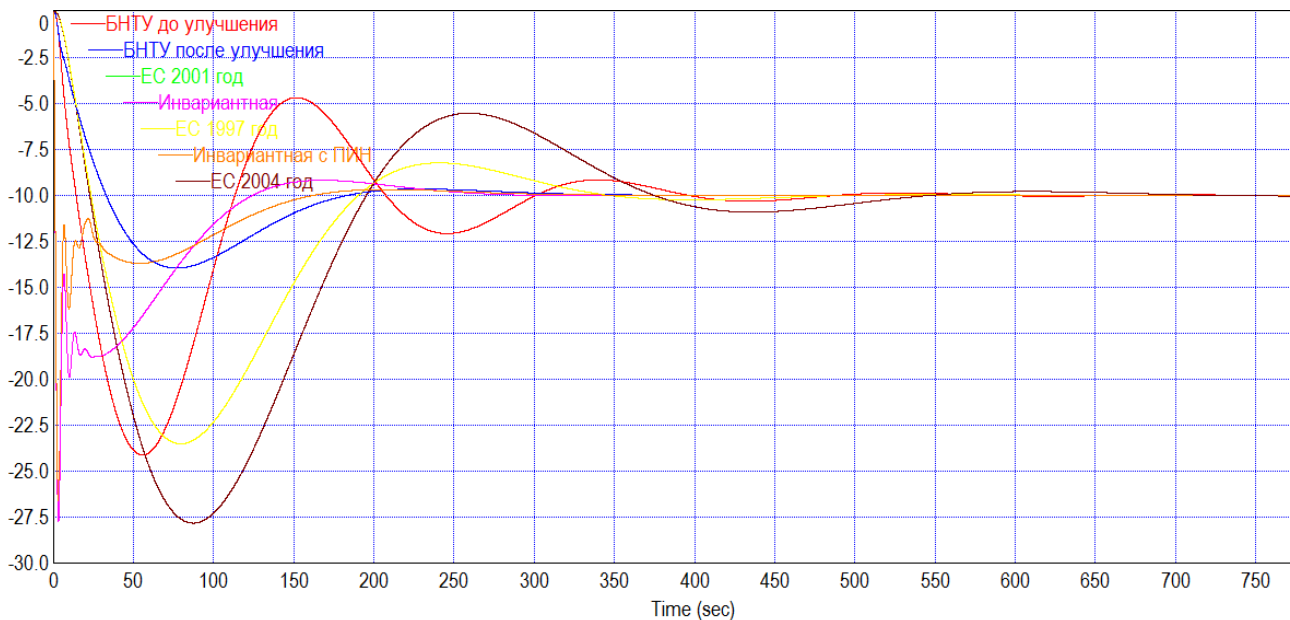


Рисунок 7. Регулирующее воздействие x_p при отработке крайнего внешнего возмущения f_2

Таблица 1 – Полученные показатели качества переходного процесса

Метод	$x_{зд}$		f_1		f_2		x_p
	tp, с	σ , %	tp, с	A_1^+	tp, с	A_1^+	
БНТУ (до улучшения)	575	17.5	580	0.078	550	7	18.2
БНТУ (после улучшения)	450	0	300	0.18	550	7.6	10
ЕС 2001 год	900	33	900	0.175	975	8	27
ЕС 1997 год	500	1	850	0.202	550	8.2	18.5
ЕС 2004 год	800	26	900	0.2	900	8.2	22.5
Инвариантная БНТУ после улучшения	450	0	300	0.18	250	6.07	25.5
При плановом изменении нагрузки	450	0	300	0.18	216	4.25	24.1

Расчет данных для моделирования процессов производился по формулам ЕС различных лет, а также по методам БНТУ с применением принципа инвариантности и изменением коэффициентов Вышнеградского для улучшения качества регулирования.

Из полученных результатов, можно сделать вывод, что наилучшими показателями обладает система, рассчитанная по методу БНТУ после улучшения (с использованием коэффициентов Вышнеградского $A_1=2.618$ и $A_2=1.146$) с применением принципа инвариантности при плановом изменении нагрузки. Однако величина регулирующей воздействия высока. И если нас это не будет устраивать, то в дальнейшем ее можно уменьшить, добавив в нашу схему ограничитель.