

УДК 62-5

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЛОТКОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Пупкевич М.Ю.

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

Процесс горения тесно связан с процессом парообразования. Количество сжигаемого топлива (а соответственно и тепловыделение в топке) в установившемся режиме должно соответствовать количеству вырабатываемого пара D_b . Косвенным показателем тепловыделения Q'_t служит тепловая нагрузка D_q . Количество пара, вырабатываемого котлом, в свою очередь должно соответствовать расходу пара на турбину $D_{т.п.}$. Косвенным показателем этого соответствия служит давление пара перед турбиной. Оно должно поддерживаться вблизи заданного значения с высокой точностью по условиям экономичности и безопасности работы теплоэнергетической установки в целом. Система регулирования загрузки молотковой быстроходной мельницы (МБМ) должна выполнять функции АСР подачи топлива и в то же время поддерживать требуемую тонину помола пыли. Автоматическая система регулирования расхода топлива предназначена для поддержания материального соответствия между этими параметрами.

Регулятор расхода топлива является одним из важнейших регуляторов барабанного котла, обеспечивает его надежную работу. От точности и стабильности поддержания количества топлива, подаваемого в топку зависит точность и стабильность поддержания параметров пара генерируемого котлом, а также его экономичность. Превышение расхода топлива по отношению к необходимому приведёт к неполноте сгорания топлива и увеличению потерь с химическим и механическим недожогом. В свою очередь, недостаток топлива не позволит поддержать на заданном уровне параметры пара и нагрузку турбоагрегата, вызывая негативные явления в самой турбине из-за повышения влажности пара в ЦНД.

На регулятор подачи топлива поступают сигнал по расходу пара на турбину и сигнал по давлению в барабане котла (через дифференциатор), в сумме формирующие сигнал по теплоте, и сигнал от задатчика ручного управления (ЗРУ). Этот контур устраняет топочные возмущения, приводящие к изменению тепловыделения в топке. Колебания паровой нагрузки со стороны турбины возмещаются соответствующим изменением задания основному регулятору за счёт сигнала от регулятора (корректирующего) давления пара.

Окончательное приготовление угля к сжиганию осуществляется в системе пылеприготовления. Здесь он измельчается до пыли, уменьшается его влажность (для его просушки используется подогретый воздух либо дымовые газы) и вместе со вторичным воздухом он подаётся в топку. При камерном способе сжигания легко воспламеняющихся сортов топлива применяют пылесистемы с непосредственным вдуванием пыли в топку.

В системе пылеприготовления автоматизируются следующие процессы:

- 1) транспорт угля из БСУ;
- 2) размол угля, осуществляемый молотковой мельницей.

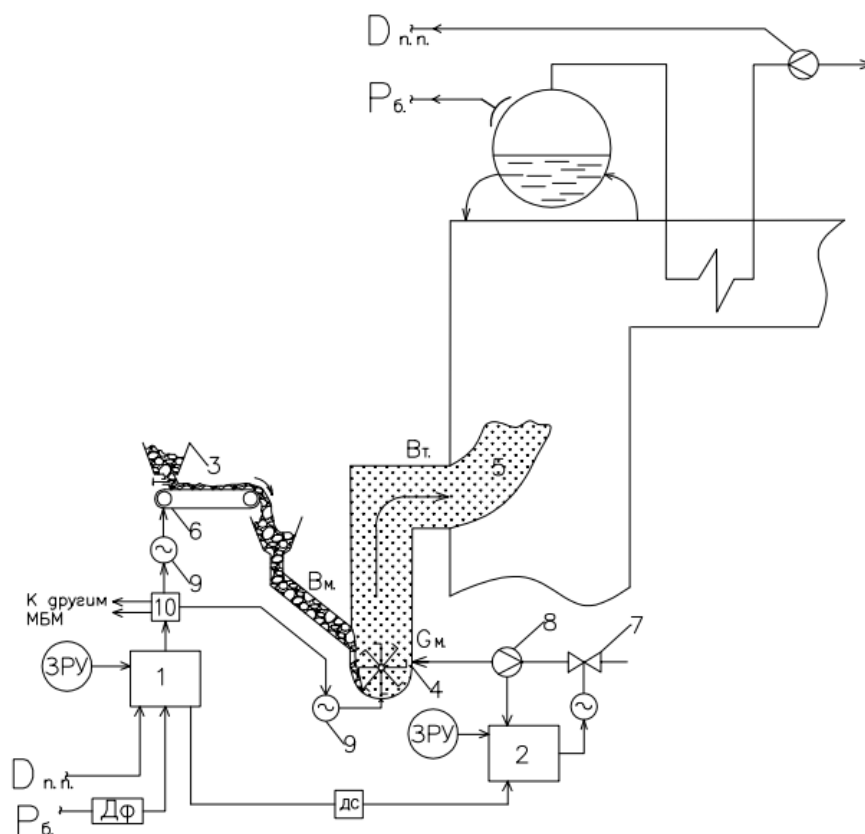


Рисунок 1 - Структурная схема АСР подачи твёрдого топлива

1-регулятор расхода топлива; 2-регулятор расхода воздуха; 3-бункер; 4- молотковая быстроходная мельница; 5-топка; 6-ленточный питатель; 7-регулирующая заслонка; 8-сужающее устройство; 9-электроприводы; 10-устройство регулирования частоты вращения; ЗРУ-задатчик ручного управления; V_t -расход пыли в топку; V_m -расход сырого угля в мельницу топку; Дп.п.-расход перегретого пара на турбину; Рб.-давление в барабане котла.

Исходя из требований к регулированию подачи топлива, автоматический регулятор должен обеспечить постоянство его расхода, который соответствует тепловой нагрузке котла. В переходных режимах или при возникновении возмущающих воздействий регулятор должен обеспечить изменение расхода топлива, которое изменит тепловыделение в топке на заданную величину либо поддержит его на необходимом уровне соответственно. Эту задачу выполняет регулятор загрузки 1. Он влияет на частоту вращения двигателя ленточного питателя, а также частоту вращения электродвигателя МБМ, изменяя тем самым расход топлива, при появлении сигнала небаланса между сигналом от ЗРУ и сигналом по тепловыделению в топке (сумма сигнала по расходу перегретого пара и сигнала по давлению в барабане, поданного через дифференциатор Дф). Также в переходных режимах на расход топлива оказывается влияние расходом воздуха, который контролируется регулятором 2.

Размол топлива V_m , поступающего из бункера 3, осуществляют в молотковой быстроходной мельнице 4 (МБМ). В ней же происходит подогрев аэросмеси, который завершается на выходе шахты, соединяющей ее с топкой 5. Производительность МБМ влияет на расход топлива, поступающего в топку котла.

Обычно на одном корпусе котла устанавливают группу мельниц. Их загрузку регулируют с помощью питателей сырого топлива 6 (ленточный питатель). Стабилизация требуемой дисперсности помола в заданных пределах осуществляют с помощью АСР подачи воздуха 2, воздействующей на регулирующую заслонку 7. Заданием по нагрузке этой АСР служит выходной сигнал котельного регулятора мощности (КРМ) или ток электродвигателя привода мельницы, перепад на сужающем устройстве 8, установленном на подводе греющего воздуха G_m , - вторым входным сигналом.

Изменение производительности МБМ воздействием на питатели сырого топлива происходит со значительной инерцией. Для ее уменьшения выход регулятора загрузки 1 соединяют через устройство динамической связи ДС со входом регулятора воздуха 2.

Таким образом обеспечивают дополнительный прирост расхода аэросмеси в топку в переходных режимах. Уменьшению инерционности выноса пыли в топку в переходных режимах способствует также применение электроприводов МБМ 9, снабженных устройством регулирования частоты вращения 10.

Моделирование выполняем по схеме, изображенной на рисунке 2:

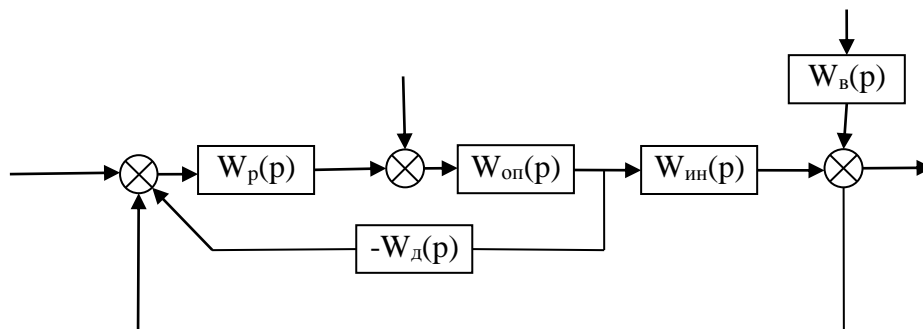


Рисунок 2. Структурная схема САР с дифференциатором

Передаточные функции имеют следующий вид:

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

$$\text{Дифференциатор: } W_o(p) = \frac{K_o T_o p}{T_o p + 1}.$$

$$\text{Опережающий участок: } W_{on}(p) = \frac{K_{on}}{(T_{on} p + 1)(\sigma_{on} p + 1)} = \frac{1,4}{(12,5 p + 1)(1,3 p + 1)}.$$

$$\text{Инерционный участок: } W_{ин}(p) = \frac{K_{ин} e^{-\tau_y p}}{(T_{ин} p + 1)(\sigma_{ин} p + 1)} = \frac{e^{-22 p}}{(90 p + 1)(18 p + 1)}.$$

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

Дифференциатор настраивался на оптимальную обработку крайнего внешнего возмущения f_2 по МПК в ЧВ по передаточной функции инерционного участка объекта регулирования $W_{ин}(p)$.

Основной регулятор настраивался на оптимальную обработку внутреннего возмущения f_1 по МЧК по передаточной функции опережающего участка объекта регулирования.

Расчеты данных для моделирования процессов производились по методикам БНТУ с изменением коэффициентов Вышнеградского для улучшения качества регулирования и сравнивались с методом Александровой Н.Д. (ВТИ-2).

После моделирования переходных процессов в программе VisSim получили следующие результаты:

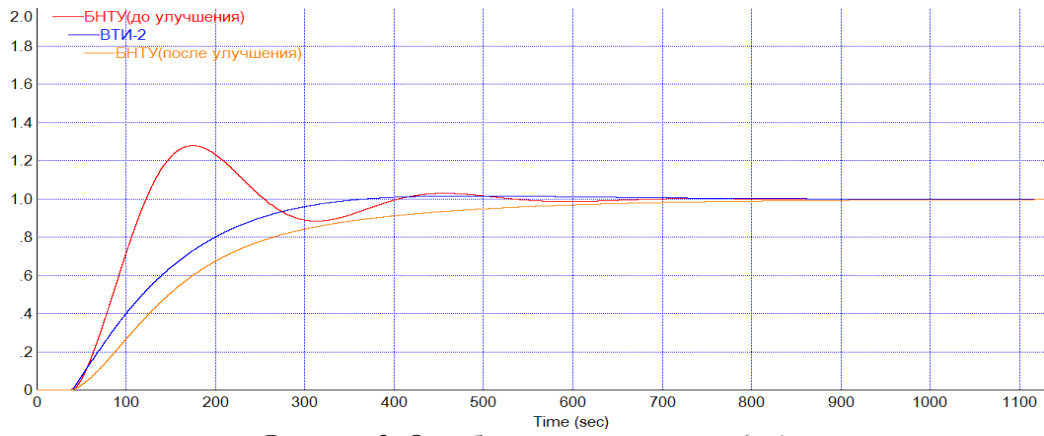


Рисунок 3. Отработка скачка задания ($x_{зд}$)

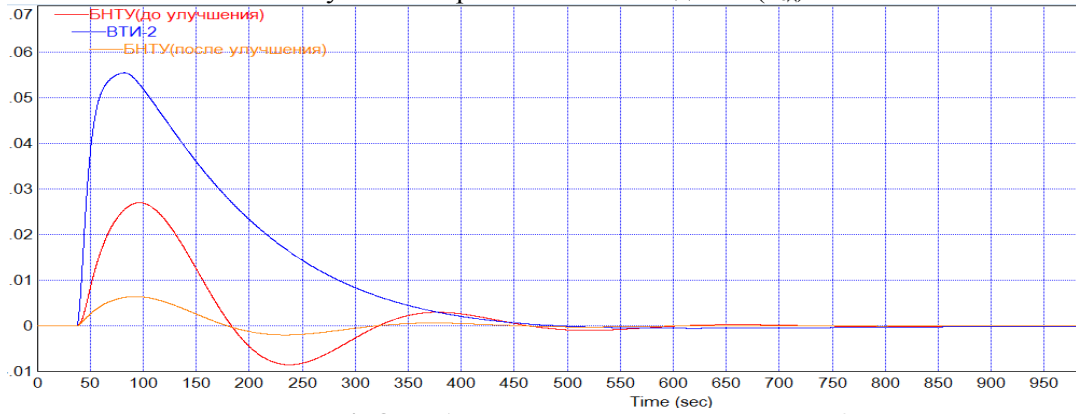


Рисунок 4. Отработка внутреннего возмущения f_1

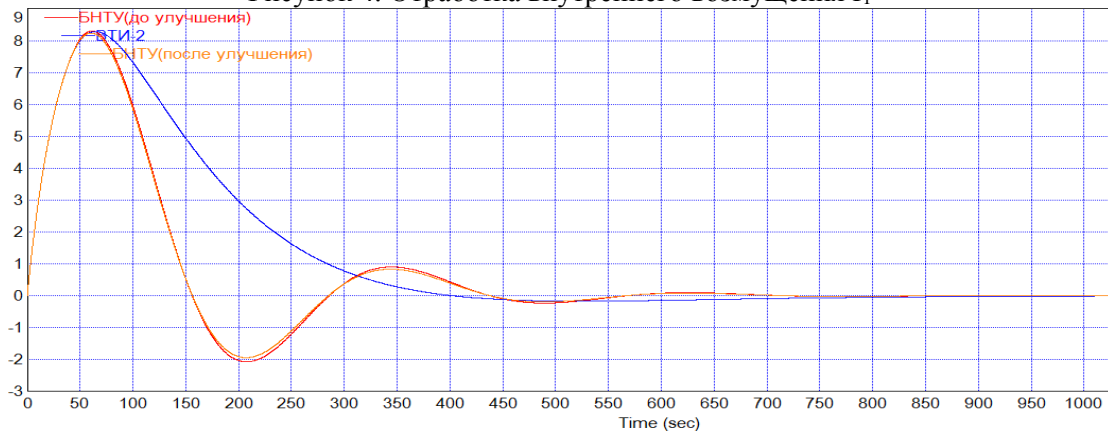


Рисунок 5. Отработка крайнего внешнего возмущения f_2

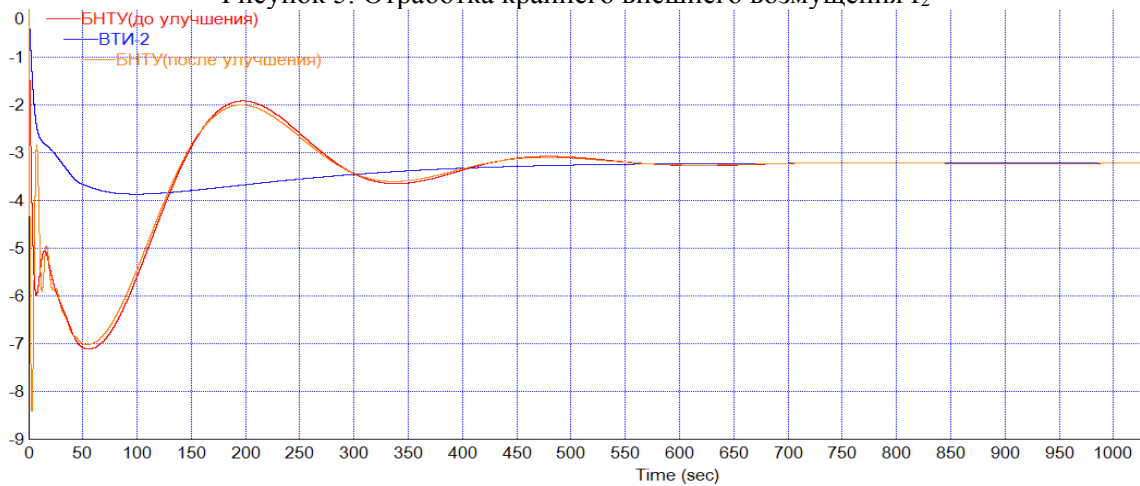


Рисунок 6. Регулирующее воздействие x_p при отработке крайнего внешнего возмущения f_2

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)	702,6	21,01	770,6	0,027	867,5	8,75	7,38
ВТИ-2	679	0	465	0,056	779	8,65	4,27
БНТУ (после улучшения)	367,8	0	450	0,006	580	8,31	7

Из полученных результатов, можно сделать вывод, что наилучшими показателями обладает система, рассчитанная по методу БНТУ после улучшения (с использованием коэффициентов Вышнеградского $A_1=2,382$ и $A_2=1,146$). Однако величина регулирующей воздействия высока. И если нас это не будет устраивать, то в дальнейшем ее можно уменьшить добавив в нашу схему ограничитель.