

## 7.2. Система регулирования температурного режима узла каталитической очистки газов

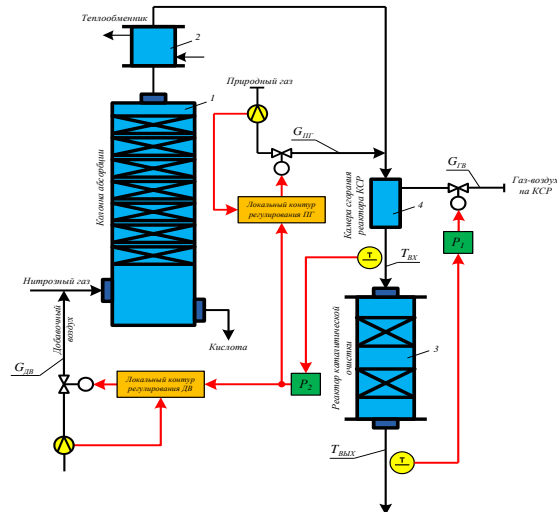


Рис.7.12 Технологическая схема узла каталитической очистки

Анализ этих требований, привел к необходимости создания двухконтурной системы автоматического управления температурным режимом работы реактора очистки. На рис.7.12 представлен фрагмент технологической схемы с аппаратурой, определяющей работу узла каталитической очистки

С точки зрения задачи управления здесь имеются две регулируемые переменные: температура на выходе из реактора каталитической очистки ( $T_{\text{ВЫХ}}$ ); температура газа на входе в реактор каталитической очистки ( $T_{\text{ВХ}}$ ).

Управляющими факторами могут быть: подача топливной смеси ( $G_{\text{ТГ}}$ ) в камеру сгорания перед реактором (определяет температуру газов перед реактором); подача природного газа ( $G_{\text{ПГ}}$ ) в реактор (определяет количество восстановителя в реакторе очистки); подача добавочного воздуха ( $G_{\text{ДВ}}$ ) в колонну абсорбции (определяет концентрацию кислорода перед реактором очистки, и следовательно, степень конверсии природного газа в реакторе).

Структура взаимного влияния управляемых и управляющих переменных представлено на рисунке 7.13.

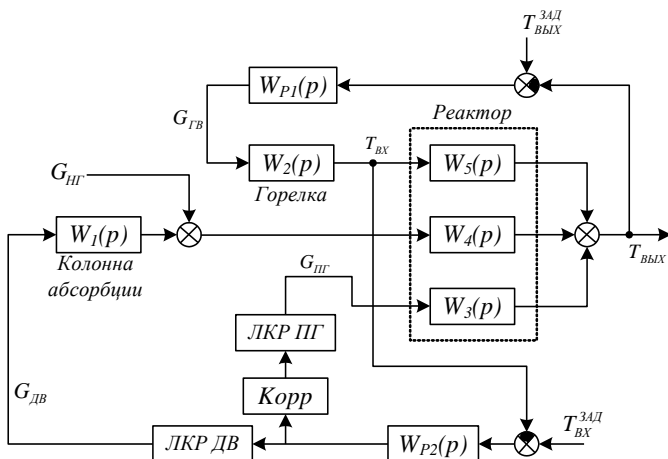


Рис. 7.13 Структурная схема САУ каталитической очистки (на рисунке введены следующие обозначения: ЛКР ДВ – локальный контур регулирования добавочного воздуха; ЛКР ПГ – локальный контур регулирования природного газа.)

Подачу природного газа на реакцию и добавочного воздуха в колонну абсорбции, следует осуществлять в определенном соотношении. Это обычно достигается введением регулятора соотношения на этих потоках. Отсюда следует, что реально существуют лишь два независимых управляющих воздействия - подача топливной смеси в камеру сгорания реактора и подача природного газа и воздуха в определенном соотношении для получения восстановителя.

Таким образом, в задаче управления имеется две управляемых и две управляющих переменных, оказывающих друг на друга взаимное влияние.

Анализ свойств описанного объекта управления позволил сделать вывод, что температуру газов на выходе из реактора целесообразно стабилизировать с помощью изменения подачи

### очистки газов

На основе анализа энерготехнологических характеристик агрегата были определены требования к режимным параметрам узла каталитической очистки газов [86].

Главным является требование высокой стабильности в поддержании температуры газового потока на входе в турбину ГТТ-3 на уровне  $700^{\circ}\text{C}$ . Второе условие связано с интенсификацией процесса очистки и решается с помощью поддержания максимально возможной разности температур на входе и выходе каталитической коробки реактора.

топливной смеси в камеру сгорания реактора. Поддержание необходимой температуры газа на входе в реактор, позволяющее максимизировать разность температур газа на входе и выходе реактора, рационально осуществлять с помощью изменения количества подаваемого на реакцию природного газа и воздуха.

Первостепенное значение для построения автоматизированной системы регулирования (АСР) имеют динамические характеристики объекта и, в первую очередь, характеристики по регулирующему каналу: «регулирующий орган» – регулируемая величина». Динамические свойства регулирующего канала определяют выбор алгоритма управления, расчет его параметров, так как от этих свойств зависит основной показатель работоспособности будущей АСР – ее устойчивость.

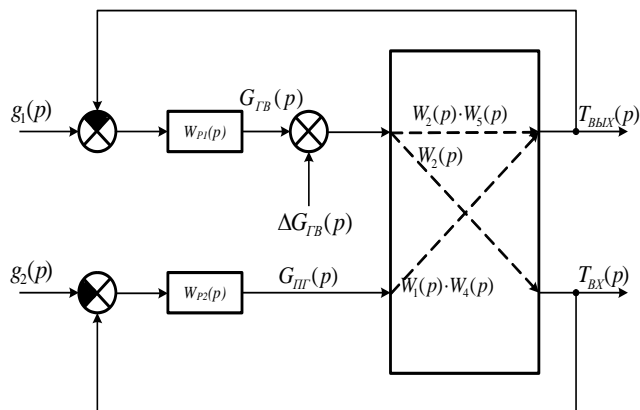


Рис. 7.14 Структурная схема двухконтурной системы регулирования узла каталитической очистки газов

На основании проведенных в действующем цехе экспериментов были получены кривые разгона по всем интересующим каналам рассматриваемой части технологической схемы. Их

обработка с необходимых каналов (рис. 7.14) [86]:  $W_2(p) = \frac{12}{0.8p+1}$ ,  $W_1(p) = \frac{0.6}{1.2p+1}$ ,

$$W_5(p) = \frac{1.25 \cdot e^{-0.5p}}{(2.73p+1)(3.12p+1)}, \quad W_4(p) = \frac{130 \cdot e^{-0.5p}}{(2.73p+1)(3.12p+1)}.$$

На первом этапе решения поставленной задачи была рассмотрена возможность применения линейных регуляторов с типовыми законами регулирования. Была принята последовательно-итерационная методика расчета оптимальных параметров настройки регуляторов  $P_1$  и  $P_2$ . На первом шаге контур с регулятором  $P_2$  разрывался и методом, описанным в [86], определялись настроечные параметры ПИД-регулятора  $P_1$ , исходя из минимума среднеквадратичной ошибки регулирования и ограничения запасов устойчивости в системе. Передаточная функция ПИД-регулятора  $P_1$ , полученного на первом шаге общего расчета системы, имеет вид:

$$W_{P_1}(p) = 0.36 + \frac{1}{3.3p} + 0.44p.$$

Объектом регулирования регулятора  $P_2$  во втором контуре является последовательное соединение нескольких динамических звеньев с переходными функциями  $W_2(p)$ ,  $W_1(p)$ ,  $W_4(p)$ , а также первый контур регулирования с регулятором  $P_1$ :

$$W_{об.2конт.}(p) = W_2(p) \cdot W_1(p) \cdot W_4(p) \cdot \frac{W_{P_1}(p)}{1 + W_{P_1}(p) \cdot W_2(p) \cdot W_5(p)}.$$

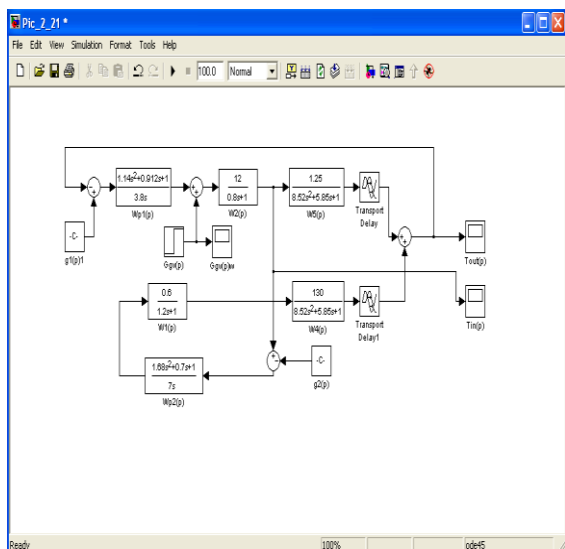
Настройки регулятора  $P_1$  непосредственно влияют на процессы регулирования как в первом, так и во втором контуре и наоборот. Настроечные параметры регулятора  $P_2$  определялись исходя из тех же условий, что и регулятора  $P_1$ .

Передаточная функция регулятора  $P_2$ , рассчитанного на втором шаге первой итерации, имеет вид:  $W_{P_2}(p) = 0.14 + \frac{1}{8.4p} + 0.32p$ .

Далее расчет настроек регуляторов повторялся. А именно, рассчитывались оптимальные настройки регулятора  $P_1$  при настройках  $P_2$ , полученных в результате первой итерации; корректировались настройки регулятора  $P_2$  и т.д. Окончательно полученные передаточные функции регуляторов  $P_1$  и  $P_2$  выглядят следующим образом [100]:  $W_{P_1}(p) = 0.24 + \frac{1}{3.8p} + 0.3p$ ;

$$W_{P_2}(p) = 0.1 + \frac{1}{7.0p} + 0.24p.$$

Согласно структурной схеме в среде Matlab 7.0.1 построена модель системы регулирования узла каталитической очистки газов (рис. 7.15).



**Рис. 7.15** Модель системы автоматического регулирования узла каталитической очистки газов в среде Matlab 7.0.1.

В результате проведенного моделирования были получены графики переходных процессов в двухконтурной САУ изменения температур на входе и выходе реактора. В качестве внешнего возмущения было принято случайное изменение расхода воздуха на камеру сгорания реактора.

Проверка адекватности модели проводилась по статистическим данным работы узла каталитической очистки газов ОАО «Новомосковская акционерная компания «АЗОТ». Были исследованы динамические режимы узла каталитической очистки действующего производства и режимы, полученные с помощью данной модели. Исследование проводилось в два этапа: на первом этапе генерировались входные параметры в виде сигнала, после чего на втором этапе проводилась обработка выходных параметров.

После обработки полученной информации для наилучшего представления были составлены функции распределения. Как показала проверка, данная модель недостаточно точно отображает реально действующий технологический процесс. В связи с этим необходимо производить модернизацию данной модели с учетом требований по повышению точности моделирования.