

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОМ ГОРЯЧИХ ГАЗОВ ТАРЕЛЬЧАТО-ВАЛКОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Коваленко В.О., студент; Волуева О.С., к.т.н.; Федюн Р.В., доц., к.т.н.

(ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», г. Донецк, ДНР)

Цех помола твердых материалов (угля, клинкера, доменного шлака и т.д.) состоит из тарельчато-валковой мельницы и вспомогательного технологического оборудования: рукавных фильтров, вентилятора, пневмо-винтового (фуллер) насоса, силоса молотого материала, комплекса впрыска воды и генератора горячих газов и др. [1,2].

Тарельчато-валковая мельница является основным технологическим элементом процесса помола и объединяет в одной установке три технологические стадии: измельчение (помол), сушку и классификацию материала (рис.1).

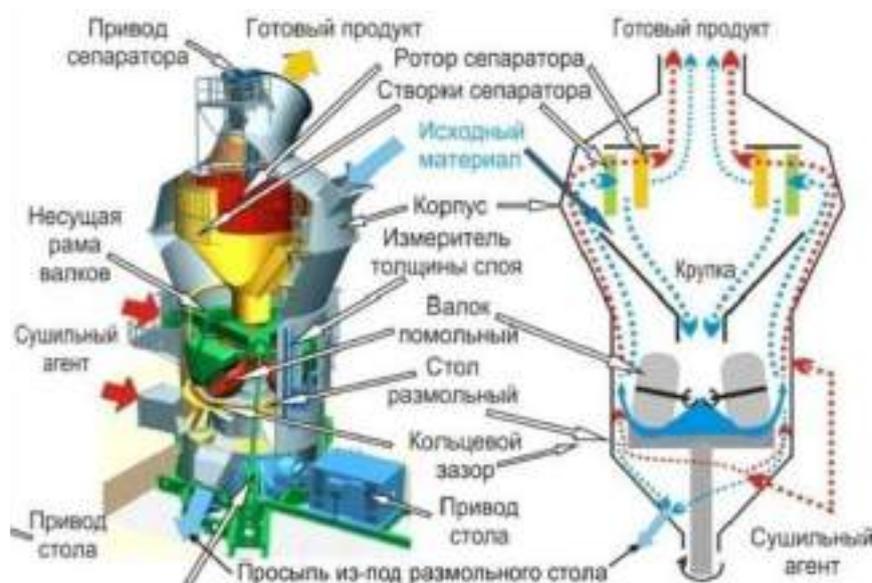


Рисунок 1 – Тарельчато-валковая мельница

Тарельчато-валковая мельница состоит из корпуса, вращающегося размольного стола – тарели, несущей рамы с помольными валками, гидравлической системы и сепаратора (рис.1). Валки расположены на специальной раме, передвигаемой в вертикальном направлении, и прижимаются гидросистемой к измельчаемому материалу с давлением, близким 100 атмосфер, который находится на размольном столе.

Исходный твердый материал подается на размольный стол, под действием центробежной силы попадает под валки, раздавливается, истирается и перемещается на край тарели, где подхватывается потоком газов, который создается мельничным дымососом и перемещается в сепаратор, встроенный в мельницу. Крупная фракция из сепаратора возвращается на дополнительный помол, а готовый продукт вместе с сушильным агентом (горячими газами) направляется в рукавный фильтр и циклоны. Сушильный агент (горячие газы) производится в генераторе горячих газов и подается под размольный стол, после чего попадает в мельницу через зазор между тарелью и корпусом. Производительность тарельчато-валковой мельницы регулируется в зависимости от разности разрежений до и после размольного стола, т.е. по сопротивлению пылегазовому потоку, возникающему в кольцевом зазоре между корпусом мельницы и тарелью. Как известно, это сопротивление зависит от концентрации материала в пылегазовом потоке. Поэтому при увеличении давления выше нормы снижают подачу исходного сырья в мельницу, и, наоборот, при уменьшении давлении необходимо увеличить подачу исходного сырья.

По заданной температуре пылегазового потока на выходе тарельчато-валковой мельницы, которая соответствует требуемой влажности материала, регулируется температура горячих газов на входе в мельницу за счет изменения расхода природного газа, подаваемого в горелку генератора горячих газов.

Генераторы горячего газа используются в комбинации с различным технологическим оборудованием: мельницами различного типа; барабанными сушильными установками; аппаратами и установками сушки или сжигания в кипящем слое и т.п. Для генераторов горячего газа могут использоваться различные виды топлива: газы (природный, коксовый, биогаз, синтетический, доменный, нефтяной); жидкое топливо (дизельное, мазут); буроугольная и древесная пыль.

На рисунке 2 приведена укрупненная технологическая схема применения генератора горячих газов в рассмотренной выше технологии измельчения твердого материала на основе тарельчато-валковой мельницы.

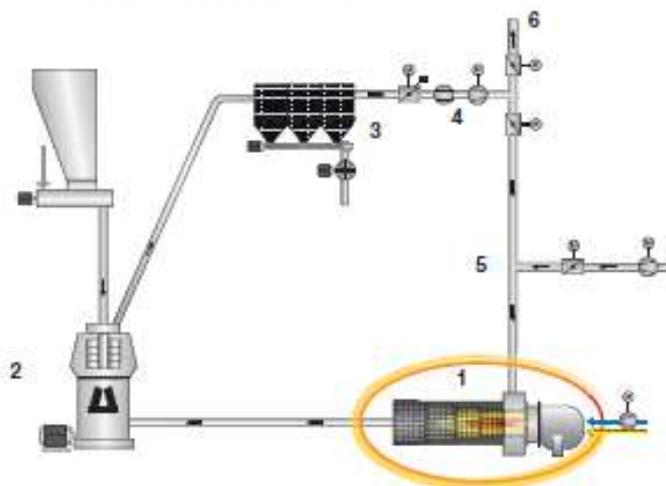


Рисунок 2 – Применение генератора горячих газов для тарельчато-валковой мельницы

Генератор горячего газа 1 осуществляет непрерывную выработку сушильного агента – горячего газа для процесса помола материала в тарельчато-валковой мельнице 2 (рис.2). Отработанные горячие газы пропускаются через блок фильтров 3 за счет тяги, создаваемой вентилятором 4. Часть этих очищенных газов покидает установку через дымовую трубу 6, другая часть возвращается назад в качестве рециркуляционных газов и подается в генератор горячих газов. Рециркуляционные газы попадают в генератор горячих газов через его подводный спиральный кожух, подаются через перфорированную обечайку камеры сгорания для охлаждения металлических частей и смешиваются с продуктами сгорания, поступающими от горелки генератора горячих газов.

На рисунке 3 приведена схема генератора горячих газов, который рассматривается в данной работе в качестве объекта управления. Технологические газы или рециркулирующие газы подаются внутрь генератора горячих газов через спиральный кожух 2 и охлаждаются в результате действия направленного потока кожух 3 и перфорированную внутреннюю обечайку 4 (рис.3). Рециркулирующие газы поступают внутрь камеры сгорания через кольцевые щели 5 и отверстия в перфорированной обечайке. Здесь они смешиваются с горячими газами от горения горелки 1.

Работа генератора горячих газов основана на смешивании технологического газа – рециркулирующего газа с продуктами горения топлива – природного газа для получения нужного объема газозвушной смеси – горячих газов с требуемой температурой и расходом. Тепловая мощность горелки, а соответственно и температура горячих газов может регулироваться за счет изменения подаваемого количества (расхода) природного газа и соответствующего изменения расхода воздуха, подаваемого в горелку для горения. Рециркулирующие газы для смешивания подаются через спиральный кожух в камеру смешивания корпуса генератора горячих газов, где и происходит смешивание продуктов

сгорания горелки с рециркулирующими газами. Регулировкой тепловой мощности горелки и количества рециркулирующих газов, подаваемых на смешивание, можно добиться требуемой температуры и требуемого объема горячих газов на выходе генератора.

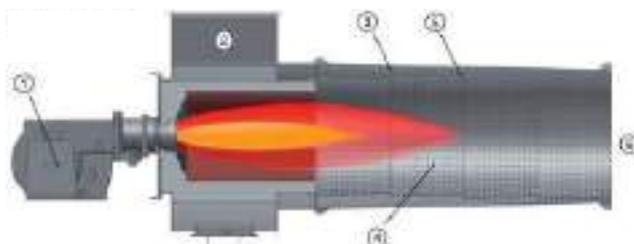


Рисунок 3 – Устройство генератора горячих газов

Для эффективного и полного сжигания топлива в горелке необходимо поддерживать оптимальное соотношение между расходом природного газа и расходом воздуха, что обеспечивается изменением расхода воздуха, подаваемого в горелку генератора горячих газов [3].

С учетом вышесказанного, управляемыми переменными генератора горячих газов являются: температура горячих газов на выходе генератора $t_{ГГ}$; расход горячих газов на выходе генератора $G_{ГГ}$.

Управляющими воздействиями являются: расход природного газа $G_{ПГ}$ и расход воздуха $G_{В}$, подаваемых в горелку генератора горячих газов; расход рециркулирующего газа $G_{РГ}$, подаваемого в смесительную камеру генератора горячих газов.

Возмущающими воздействиями являются: температура природного газа $t_{ПГ}$; температура воздуха $t_{В}$; температура рециркулирующего газа $t_{РГ}$; расход рециркулирующего газа $G_{РГ}$ оказывает возмущающее воздействие на температуру горячих газов $t_{ГГ}$; расход природного газа $G_{ПГ}$ и расход воздуха $G_{В}$, оказывают возмущающее воздействие на расход горячих газов $G_{ГГ}$.

Таким образом, получена схема материальных потоков и информационных переменных генератора горячих газов (рис.4), а также схема представления генератора горячих газов как объекта управления (рис.5).

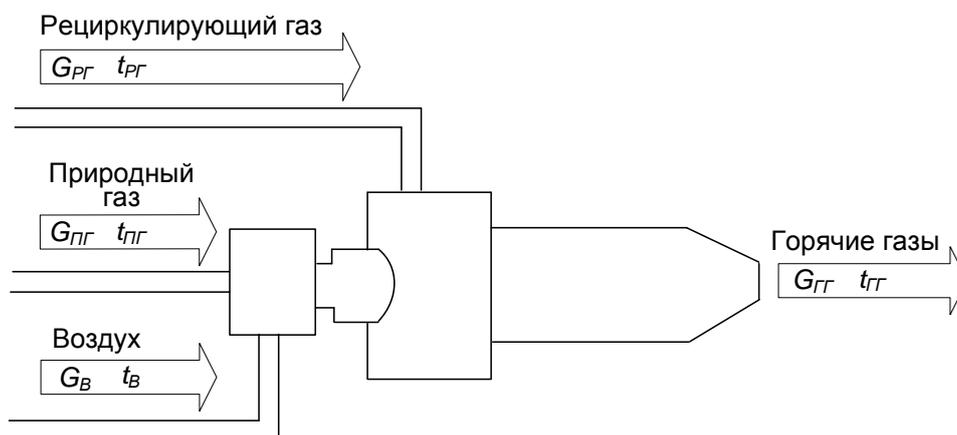


Рисунок 4 – Схема материальных потоков генератора горячих газов

Основными входными материальными потоками генератора горячих газов (рис.4) являются природный газ и воздух, поступающие в горелку и рециркулирующий газ, поступающий в камеру смешения генератора.

Входной материальный поток – природный газ, подаваемый в горелку генератора горячих газов, характеризуется такими информационными переменными, как расход $G_{ПГ}$ и температура $t_{ПГ}$ (рис.4). Расход природного газа $G_{ПГ}$ оказывает воздействие на обе управляемые переменные: управляющее – на температуру горячих газов $t_{ГГ}$ и возмущающее – на расход горячих газов на выходе генератора $G_{ГГ}$ (рис.5). Температура природного газа $t_{ПГ}$ оказывает возмущающее воздействие на температуру горячих газов $t_{ГГ}$ (рис.5).

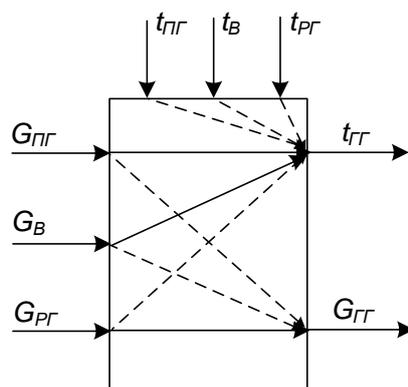


Рисунок 5 – Схема генератора горячих газов как объекта управления

Входной материальный поток – воздух, подаваемый в горелку генератора горячих газов, характеризуется такими информационными переменными, как расход G_B и температура t_B (рис.4). Расход воздуха G_B оказывает воздействие на обе управляемые переменные: управляющее – на температуру горячих газов $t_{ГГ}$ и возмущающее – на расход горячих газов на выходе генератора $G_{ГГ}$ (рис.5). Температура воздуха t_B оказывает возмущающее воздействие на температуру горячих газов $t_{ГГ}$ (рис.5).

Входной материальный поток – рециркулирующий газ, подаваемый в камеру смешения, характеризуется такими информационными переменными, как расход $G_{РГ}$ и температура $t_{РГ}$ (рис.4). Расход рециркулирующего газа $G_{РГ}$ оказывает воздействие на обе управляемые переменные: управляющее – на расход горячих газов на выходе генератора $G_{ГГ}$ и возмущающее – на температуру горячих газов $t_{ГГ}$ (рис.5). Температура рециркулирующего газа $t_{РГ}$ оказывает возмущающее воздействие на температуру горячих газов $t_{ГГ}$ (рис.5).

Выходной материальный поток – горячий газ, на выходе генератора горячих газов, характеризуется такими информационными переменными, как расход $G_{ГГ}$ и температура $t_{ГГ}$ (рис.4). Обе информационные переменные данного материального потока расход $G_{ГГ}$ и температура $t_{ГГ}$ являются управляемыми переменными рассматриваемого объекта управления – генератора горячих газов (рис.5).

Выполненный анализ показывает, что для использования при разработке САУ генератором горячих газов наиболее подходит принцип обратной связи при его реализации в виде многоконтурной каскадной структуры САУ. Промежуточными переменными, по которым необходимо реализовать дополнительные внутренние контуры управления являются: расход природного газа $G_{ПГ}$ и расход воздуха G_B – для контура управления температурой горячих газов $t_{ГГ}$; расход рециркулирующих газов $G_{РГ}$ – для контура управления расходом горячих газов $G_{ГГ}$. Таким образом, получена схема концепции построения САУ генератором горячих газов тарельчато-валковой мельницы, которая приведена на рис.6.

САУ температурой горячих газов представляет собой многоконтурную систему автоматического управления, задающим воздействием для которой является требуемое по технологии значение температуры горячих газов на выходе генератора $t_{ГГзад}$ (рис.6).

Внутренние контуры управления расходом природного газа и расходом воздуха необходимы для снижения инерционности и повышения точности процесса управления температурой и состоят из следующих элементов: внутренний контур управления расходом природного газа – датчика расхода природного газа ДРП, регулятора расхода природного газа РРП и регулирующего клапана природного газа РКП с исполнительным механизмом (электроприводом) М; внутренний контур управления расходом воздуха – датчика расхода воздуха ДРВ, регулятора расхода воздуха РРВ и регулирующего клапана воздуха РЗВ с исполнительным механизмом (электроприводом) М. Внешний контур управления температурой горячих газов формирует задающее воздействие для внутренних контуров и состоит из следующих элементов: датчика температуры горячих газов ДТГ и регулятора температуры РТ (рис.6).

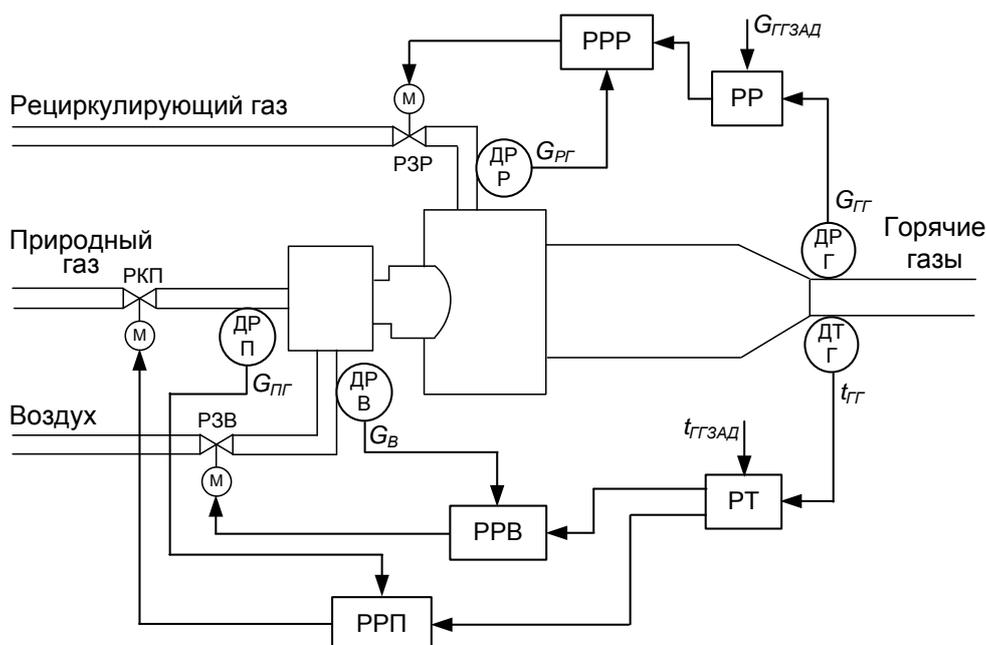


Рисунок 6 – Схема концепции построения САУ генератором горячих газов

САУ расходом горячих газов представляет собой двухконтурную систему автоматического управления, задающим воздействием для которой является требуемое по технологии значение расхода горячих газов на выходе генератора $G_{ГГЗAD}$ (рис.6). Внутренний контур управления расходом рециркулирующих газов необходим для снижения инерционности и повышения точности процесса управления расходом горячих газов и состоит из следующих элементов: датчика расхода рециркулирующего газа ДРР, регулятора расхода рециркулирующего газа РРР и регулирующей задвижки рециркулирующего газа РЗР с исполнительным механизмом (электроприводом) М. Внешний контур управления расходом горячих газов формирует задающее воздействие по расходу рециркулирующего газа для внутреннего контура и состоит из следующих элементов: датчика расхода горячих газов ДРГ и регулятора расхода горячих газов РР.

Таким образом, в статье выполнен анализ генератора горячих газов тарельчато-валковой мельницы как объекта автоматического управления, на основании которого осуществлена формализация рассматриваемого объекта, определены управляемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия. Показано, что для достижения требуемого качества управления необходимо использовать принцип обратной связи и его развитие – многоконтурное подчиненное управление. Разработана каскадная многоконтурная структура САУ температурой горячих газов, с внутренними контурами управления расходом природного газа и расходом воздуха, внешним контуром управления температурой горячих газов. Для достижения необходимого качества управления расходом горячих газов на выходе генератора предлагается двухконтурная структура САУ расходом горячих газов, с внутренним контуром управления расходом рециркулирующих газов и внешним контуром управления расходом горячих газов.

Перечень ссылок

1. Борщев, В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы. Учебное пособие. / В.Я. Борщев. – Тамбов: Издательство Тамбовского Технического Университета, 2004. – 75с.
2. Бауман, В.А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / В.А. Бауман, Б.В. Клушанцев, В.Д. Мартынов – М.: Машиностроение. – 1980 – 324 с.
3. Фокин, В.М. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения. / В.М. Фокин. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006, – 240 с.