

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ
В СИСТЕМЕ ГАЗООЧИСТКИ УСТАНОВКИ «ПЕЧЬ-КОВШ»****Павленко А.В., студент; Жовтобрух С.А., ассистент.***(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)*

В условиях современного металлургического производства широкое распространение получили установки внепечной обработки стали «Печь-Ковш». В этих установках осуществляется процесс дуговой плавки, с добавлением легирующих, обессериванием и перемешиванием при помощи аргоновой продувки, а также другие технологические операции.

При эксплуатации этих установок необходимо поддерживать инертную среду под сводом «Печи-Ковша» постоянной, что требует стабильной работы системы удаления и очистки дымовых газов. Установки очистки дымов из сталелитейных агрегатов оборудуются системами импульсной фильтрации с применением мешочных тканевых фильтров неустойчивых к высокотемпературным воздействиям, что вызывает необходимость оперативного регулирования температуры в фильтре. Снижение температуры осуществляется за счёт разбавления дымового газа свежим воздухом. Регулирование подачи воздуха осуществляется за счёт изменения угла поворота жалюзийных заслонок [1]. Для обеспечения эффективной работы установки первоочередной задачей является регулирование количества приточного воздуха для поддержания температуры в рабочем диапазоне [2].

В ходе разработки блока контроля температуры отходящих газов, возникла необходимость в уточнении зависимости температуры дымовоздушной смеси. Существующий закон регулирования должным образом не отображает реального протекания процесса, так как в нём учтены лишь объёмы и значения текущей температуры дыма и воздуха:

$$t_{см} = \frac{V_{\delta} \cdot t_{\delta} + V_{\epsilon} \cdot t_{\epsilon}}{V_{\delta} + V_{\epsilon}}, \quad (1)$$

где V_{δ} , V_{ϵ} – объёмы соответственно дыма и воздуха; t_{δ} , t_{ϵ} - температуры дыма и атмосферного воздуха. Приведенная зависимость используется для предварительного определения температуры газа на входе в фильтр. Установка заслонок в конечное положение осуществляется по температуре газа в фильтре, что является причиной частых аварийных превышений температуры.

Закон регулирования (1) не является полностью удовлетворяющим реальному объекту, поскольку он не учитывает различие теплоёмкости дыма и воздуха. С учетом данного различия получим следующее соотношение:

$$t_{см} = \frac{C_{\delta} \cdot \sin a_{\delta} \cdot t_{\delta} + C_{\epsilon} \cdot \sin a_{\epsilon} \cdot t_{\epsilon}}{C_{\delta} \cdot \sin a_{\delta} + C_{\epsilon} \cdot \sin a_{\epsilon}}, \quad (2)$$

где C_{∂} – теплоёмкость дымовых газов; C_{∂} – теплоёмкость свежего воздуха; α_{∂} – угол открытия дымовой заслонки; α_{∂} – угол открытия воздушной заслонки.

В выражении (2) значение теплоёмкости C_{∂} определяется по температуре окружающей среды и, с учетом изменения его температуры от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, составляет:

$$C_{\partial} = 28,514..28,713 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \right)$$

Значение теплоёмкости C_{∂} определяется по известному процентному составу и температуре дымовых газов [3]. Состав дымовых газов на выходе из установки «Печь-Ковш» по данным химического анализа включает следующие основные компоненты: CaO – 39,5%; Fe_2O_3 – 2,7%; O_2 – 9,8%; N_2 – 36,8%; SiO_2 – 0,9%; MnO – 1%; SO_2 – 2,1%; CO_2 – 7,2% [2].

Теплоемкость дымовых газов для диапазона рабочих температур $t_{\partial}=180..210^{\circ}\text{C}$ определим исходя из соотношения:

$$C_{\partial} = \frac{C_{\text{CaO}} \cdot \% \text{CaO} + C_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot \% \text{Fe}_2\text{O}_3 + C_{\text{O}_2} \cdot \% \text{O}_2 + C_{\text{N}_2} \cdot \% \text{N}_2 + C_{\text{SiO}_2} \cdot \% \text{SiO}_2}{100} + \frac{C_{\text{MnO}} \cdot \% \text{MnO} + C_{\text{CO}_2} \cdot \% \text{CO}_2 + C_{\text{SO}_2} \cdot \% \text{SO}_2}{100} \quad (3)$$

$$C_{\partial} = 40,080..40,317 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \right)$$

Анализ полученных значений теплоёмкостей показывает, что в силу небольшого их разброса, теплоёмкости могут быть заменены их средними значениями.

Промоделируем процесс охлаждения отходящего газа при различных температурах дымовых газов. Результат моделирования приведен на рисунке 1.

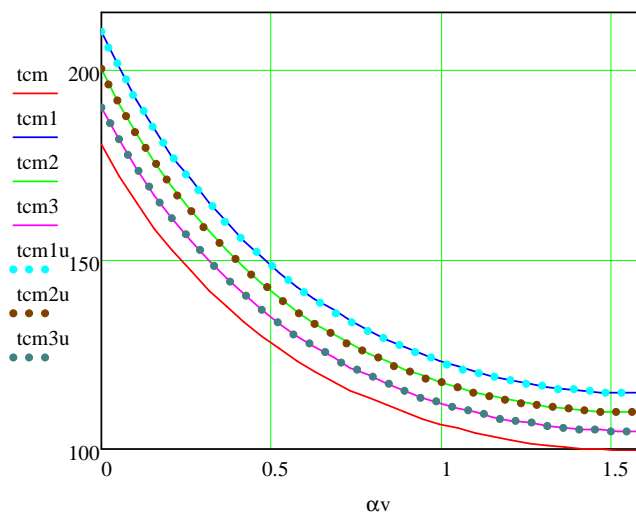


Рисунок 1 - Графики изменения температуры дымовоздушной смеси в зависимости от изменения угла открытия воздушной заслонки

На данном рисунке сплошными линиями приведены графики изменения температуры дымовоздушной смеси в зависимости от изменения угла открытия воздушной заслонки с точными значениями теплоёмкости для заданной температуры дыма, а пунктирными – с усредненными значениями теплоёмкости.

Выразим отношение средних теплоёмкостей дымовых газов и воздуха в виде коэффициента K :

$$K = \frac{C_{dcp}}{C_{всп}} = 1,403 \quad (4)$$

С учетом (2) и (4) получаем уравнение зависимости температуры дымовоздушной смеси с использованием усреднённого коэффициента:

$$t_{см} = \frac{K \cdot \sin a_d \cdot t_d + \sin a_g \cdot t_g}{K \cdot \sin a_d + \sin a_g} \quad (5)$$

Для проверки адекватности полученной модели (5) построим графики в одной системе координат с исходными. Результат моделирования приведен на рисунке 2.

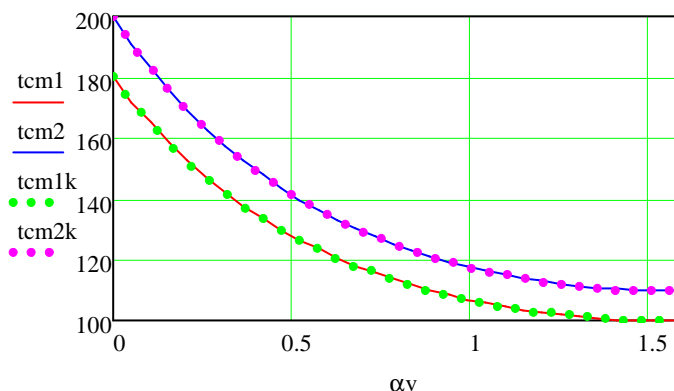


Рисунок 2 - Графики изменения температуры дымовоздушной смеси с использованием усреднённого коэффициента.

Таким образом, в ходе проведенного исследования выяснилось, что для охлаждения отходящих газов недостаточно подачи одной единицы объема воздуха на единицу объема дыма. Использование полученного коэффициента в блоке контроля температуры определяет соотношение «дым-воздух» и позволяет оптимизировать систему управления установкой и, тем самым, предотвратить аварийные ситуации, связанные с превышением допустимой температуры в фильтре. Следовательно, повышается ресурс мешков фильтра, снижаются затраты на их замену и уменьшаются простои установки.

Перечень ссылок

1. Материалы IX международной студенческой научной конференции. – Севастополь 2011, с. 85-88.
2. Руководство по эксплуатации системы газоочистки УПК. – Д.: ЗАО «Донецксталь МЗ», 2003. – 465с.