

преобразователя частоты преобразуются в силовое напряжение, прикладываемое к двигателю с фазной амплитудой  $U_{s3}$  и частотой  $\omega_{s3}$ .

Момент сопротивления  $M_c$  на валу формируется в зависимости от давления в начале трубопровода  $P_1$ , определяемого частотой вращения ротора. Величина давления на выходе трубопровода  $P_k$  должна регулироваться.

Таким образом, при использовании такой схемы гашения гидроудара для трубопровода большой длины можно обеспечить такой скачок давления, который будет меньше величины критического давления (12-15 атм), т.е. разрыв трубопровода не будет иметь место.

#### Перечень ссылок

1. Машиностроение и техносфера XXI века / Сборник трудов международной научно-технической конференции в г. Севастополе 12-17 сентября 2005 г. Под ред. В.Ф. Борисенко. – Донецк: ДонНТУ, 2005. – 281 с.

УДК 681.5.015:669.162.252

### 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:

$$t_{cm} = \frac{V_d \cdot t_d + V_g \cdot t_g}{V_d + V_g}, \quad (1)$$

где  $V_d$ ,  $V_g$  – объёмы соответственно дыма и воздуха;  $t_d$ ,  $t_g$  - 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:

$$t_{cm} = \frac{C_d \cdot \sin a_d \cdot t_d + C_g \cdot \sin a_g \cdot t_g}{C_d \cdot \sin a_d + C_g \cdot \sin a_g}, \quad (2)$$

где  $C_d$  – теплоёмкость дымовых газов;  $C_e$  – теплоёмкость свежего воздуха;  $\alpha_d$  – угол открытия дымовой заслонки;  $\alpha_b$  – угол открытия воздушной заслонки.

В выражении (2) значение теплоёмкости  $C_e$  определяется по температуре окружающей среды и, с учетом изменения его температуры от  $-40$  °С до  $+40$  °С, составляет:

$$C_e = 28,514..28,713 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right)$$

Значение теплоёмкости  $C_d$  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<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,7%; O<sub>2</sub> – 9,8%; N<sub>2</sub> – 36,8%; SiO<sub>2</sub> – 0,9%; MnO – 1%; SO<sub>2</sub> – 2,1%; CO<sub>2</sub> – 7,2% [2].

Теплоемкость дымовых газов для диапазона рабочих температур  $t_d=180..210$  °С определим исходя из соотношения:

$$C_d = \frac{C_{CaO} \cdot \%CaO + C_{Fe_2O_3} \cdot \%Fe_2O_3 + C_{O_2} \cdot \%O_2 + C_{N_2} \cdot \%N_2 + C_{SiO_2} \cdot \%SiO_2}{100} + \frac{C_{MnO} \cdot \%MnO + C_{CO_2} \cdot \%CO_2 + C_{SO_2} \cdot \%SO_2}{100} \quad C_d = 40,080..40,317 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right) \quad (3)$$

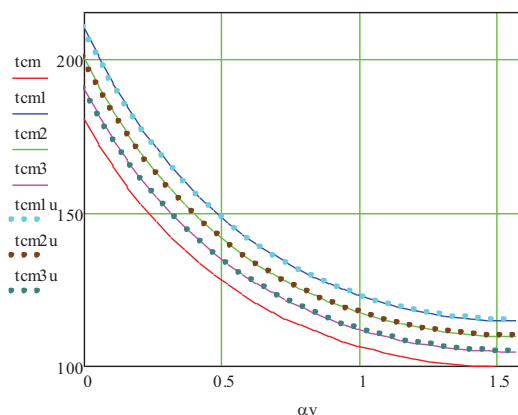


Рисунок 1 - Графики изменения температуры дымовоздушной смеси в зависимости от изменения угла открытия воздушной заслонки

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.

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:

$$t_{см} = \frac{K \cdot \sin \alpha_d \cdot t_d + \sin \alpha_e \cdot t_e}{K \cdot \sin \alpha_d + \sin \alpha_e} \quad (5)$$

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

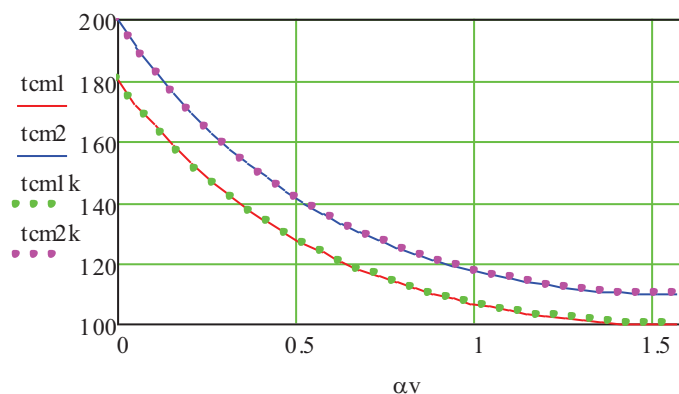


Рисунок 2 - Графики изменения температуры дымовоздушной смеси с использованием усреднённого коэффициента.

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.

УДК 622.693-52

## УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКОЙ ВАГОНОВ

**Петрушин Е.И., студент; Жовтобрух С.А., ассистент**

*(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)*

Отгрузка-погрузка углей потребителям осуществляется на углепогрузочных пунктах в железнодорожные вагоны через накопительные бункеры или из угольных складов и является конечным этапом работы шахты в целом.

В настоящее время работа поверхностных комплексов большинства шахт Донбасса не отвечает требованиям качественной весовой загрузки вагонов. На многих шахтах применяются устаревшие весоизмерительные системы. Следовательно, разработка более точного и практичного устройства взвешивания вагонов является очень важной задачей, требующей решения.

Технологические комплексы погрузки угля (ТКПУ) в железнодорожные вагоны включают в себя три основные группы оборудования: загрузочные устройства, механизмы для передвижения вагонов, весоизмерительные системы [1]. При этом указанное оборудование