

Ассиил Кадхим Мохаммед, П.С. Харлашин, Р.Д. Куземко, В.О. Синельников
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НЕСУЩЕГО ГАЗА НА ПАРАМЕТРЫ ГАЗОПОРОШКОВОГО ПОТОКА В ФУРМЕ С ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ

Актуальность проблемы. Внедрение факельного торкретирования, когда к соплам фурмы кислородного конвертера подают подготовленную смесь огнеупорного порошка и топлива (уголь или кокс), на ПАО «ММК им. Ильича» обеспечило повышение стойкости защитной футеровки более, чем в 2 раза. Однако практика обогнала теорию – математические модели течения газозвеси в фурме с переменным расходом по длине ещё недостаточно отработаны, для решения этой проблемы требуется более строгий научный подход [1,2].

Физическая модель. По трубе диаметром D перемещается высокоплотный газодисперсный поток и на длине фурмы l часть его массы выводятся через сопла на разных уровнях. Торкрет-фурма может быть газоохлаждаемой и тогда её корпус служит теплообменником, где газозвесь нагревается и повышается его кинетическая энергия при истечении.

Математическая модель. Модель включает систему уравнений движения и энергии. Например, для равновесного течения в фурме с переменным расходом эти уравнения имеют вид:

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{d}{dx}(G_{12}w_{12}) - F_w + \rho_{12}g - \chi w_{12}; \quad (1)$$

$$w_{12} \frac{dp}{dx} = -\frac{d}{dx}(G_{12}c_p T) + Q_w - \chi c_{p12} T, \quad (2)$$

где p – статическое давления, Па; G_{12} – приведенный расход газозвеси, кг/(с·м²); w_{12} , ρ_{12} , c_{p12} – скорость, м/с; плотность, кг/м³; теплоёмкость Дж / (кг · К), равновесной газодисперсной смеси; χ - интенсивность уменьшения расхода смеси по длине канала, кг/(с·м³); F_w – приведенная сила трения о стенку, Н/м³; Q_w – теплота, передаваемая конвекцией от стенки к дисперсному потоку, Вт/м³.

Система замыкающих соотношений включает ~ 20 уравнений.

Исходные данные. Расход несущего газа (N_2) составлял $V_H = 480 \text{ м}^3/\text{ч}$, расход порошка принимали равным $m_2 = 400 \text{ кг/мин}$, чему соответствовала массовая

концентрация $\mu = 40 \text{ кг/кг}$. Эквивалентный диаметр частиц $\delta_2 = 0,1 \text{ мм}$, их плотность $\rho_2 = 1900 \text{ кг/м}^3$, гидравлический диаметр трубы торкрет-фурмы $D = 90 \text{ мм}$, длина обогреваемой части фурмы $l = 10 \text{ м}$, число сопел на одном уровне $n = 2$, количество уровней $z_1 = 3$, внутренний диаметр сопла $D_0 = 38 \text{ мм}$, коэффициент потерь Михаелидиса $K = 0,058$. Температуру пылегазового потока на входе задавали $t_{01} = 30^\circ\text{C}$, но если $t_w > 30^\circ\text{C}$ (изменяли в диапазоне $30 - 700^\circ\text{C}$), то температуру t газозвеси в каждом контрольном сечении рассчитывали численно.

Анализ полученных результатов. Из рисунка, который приводится в качестве примера, видно, что с нагревом газозвеси резко повышается давление p в каждом сечении торкрет-фурмы. Так, если газопорошковую смесь разогреть от $t = 30^\circ\text{C}$ до $t = 700^\circ\text{C}$, давление p перед фурмой возрастает с $0,46$ до $0,81 \text{ МПа}$.

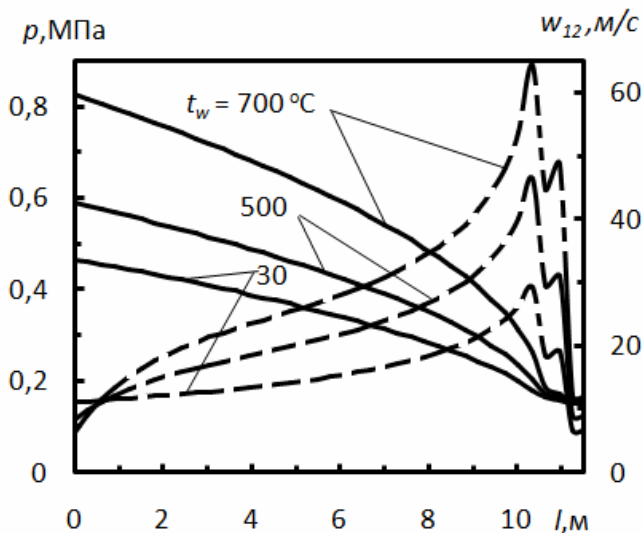


Рисунок. Влияние температуры t_w стенки трубы на распределение статического давления p (—) и скорости w_{12} (---) газозвеси по длине торкрет-фурмы l с тремя уровнями расхода.

Исходные данные: $D = 98 \text{ мм}$; $l = 12 \text{ м}$; $\delta = 0,1 \text{ мм}$; $\rho_2 = 1900 \text{ кг/м}^3$; $m_2 = 400 \text{ кг/с}$; $V_H = 480 \text{ м}^3/\text{ч}$; $t_w = 300^\circ\text{C}$; $z = 3$, $n = 2$; $\mu = 40 \text{ кг/кг}$; $D_0 = 39 \text{ мм}$.

Из рисунка также видно, что в фурме постоянного сечения с тремя уровнями вывода торкрет-массы происходит резкое снижения скорости w_{12} газозвеси. Характерно, что с нагревом дисперсного потока в фурме повышается энергетический потенциал потока перед соплами.

Таким образом, предварительный нагрев газозвеси в торкрет-фурме позволяет ранее теряемую через горловину конвертера теплоту использовать для повышения мощности истекающих струй, улучшения сваривания огнеупорного порошка с разогретой футеровкой кислородного конвертера. Упрощается конструкция фурмы и подводящих пневмопроводов.

Список литературы

1. Харлашин П.С. Влияние концентрации порошка на течение газозвеси в торкрет – фурме 160 т конвертера/ Ассиил Кадхим Мохаммед, А.К. Харин, Р.Д. Куземко// Сталь. – 2015. – №4. – С. 21 – 25.

С. С. Баус

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
(Россия)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Особенностью всех автоматизированных систем, внедряемых на заводы черной и цветной металлургии, можно считать системный подход ко всем происходящим процессам в рамках предприятия. К ним относят теплотехнические, экологические, металлургические и управленческие процессы. Важно построить не только управление тепловыми процессами, но и наладить их бесперебойное протекание [1]. Это существенно повышает качество выпускаемого продукта, экономит расходы и увеличивает производительность.

Задачи автоматизированной системы управления в металлургической промышленности:

1. Установка и настройка рациональных режимов работы предприятия и каждого его отдельного технологического процесса [2].

2. Поддержание исправной работы заданного режима деятельности предприятия.

3. Повышение качества выпускаемого продукта за счет снижения затрат, аварийных ситуаций, простоев и других неблагоприятных факторов.

В металлургической промышленности оправдано введение комплексной автоматизации, которая позволяет подчинить единому управленческому центру все сферы деятельности предприятия. Это касается отдела поставки сырья, системы загрузки компонентами доменной печи, выпускных линий, учетной сферы, технического контроля и т.д.

Обычно MES система охватывает следующие задачи:

- распределение и контроль статуса ресурсов (построение модели производства, централизованное хранение, быстрый и удобный поиск данных по спецификациям сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и упаковки, адресов поставщиков, норм качества, законодательных документов и т.д.);

- диспетчеризация и сбор данных;

- управление качеством и техническим обслуживанием [3];