

– по эксцессу:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n m_i (X_i - \bar{X})^4}{\left(\frac{1}{N-1}\right)^2 \left[\sum_{i=1}^n m_i (X_i - \bar{X})^2\right]^2}$$

Затем рассчитали критерий Пирсона:

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^{n_i} \frac{|m_i - m'_i|^2}{m'_i}$$

и коэффициент k для табличного определения закона распределения $k = n - r - 1$, где r – количество параметров закона распределения; n – число степеней свободы. Кроме того, были определены размеры пластины с заданной вероятностью. Исследования показали, каковы реальные отклонения параметров от плоскостности с заданной вероятностью и позволили определить характерные размеры с этой же вероятностью.

Вывод

Проведённые исследования позволяют заключить, что для обеспечения требуемой точности сборного инструмента необходима дополнительная обработка базовых граней СМП.

ВАГРАНОЧНАЯ УСТАНОВКА ЗАКРЫТОГО ТИПА

О.В. Герасимова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ровин Л.Е.

Кафедрой «Машины и технология литейного производства» ГГТУ им. П.О. Сухого разработан проект комплексной ваграночной установки закрытого типа с очисткой отходящих газов, шламоудалением и рециркуляцией воды взамен ранее использовавшихся плавильных агрегатов.

Вагранка, производительностью 3 т/ч, с внутренним диаметром 750 мм оснащена отдельным дутьем, имеет два ряда фурм, причем расстояние между рядами фурм составляет 600 мм, т. е. предусмотрена расширенная зона горения. Воздух распределяется между рядами фурм в соотношении 60:40, что составляет 1,9-2,4 и 1,3-1,6 тыс. м³/ч, соответственно. Следовательно, расширенная зона горения улучшает условия теплообмена, позволяет получить металл с более высокой температурой, повысить маневренность агрегата и использовать менее качественное топливо. Вагранка снабжена выносным шлакоотделителем для непрерывного выпуска металла и шлака и копильником емкостью – 1,5 т. Наличие выносного компрессионного шлакоотделителя позволяет уменьшить время контакта жидкого металла с коксом в горне, что уменьшает, соответственно, насыщение серой и улучшает взаимодействие его со шлаком.

Шихтовые материалы загружаются скиповым подъемником через склиз. Это позволяет сократить размеры завалочного окна до 0,65×0,81 м, тем самым умень-

шить подсос воздуха в трубу вагранки. За счет этого уменьшается разбавление ваграночных газов и улучшается их горение.

Предусмотрена также грануляция шлака. Система КИП и А обеспечивает контроль всех основных параметров установки и управление ими с пульта вагранщика.

Ваграночная установка оснащена низкоэнергоемкой двухступенчатой системой очистки ваграночных газов и системой шламоудаления и циркуляции воды, работающей по бессточному принципу.

Первая ступень очистки состоит из узла дожигания (УД) ваграночных газов, мокрого пылеуловителя (МП), вторая – орошаемого газохода длиной 120 м, двух лопастных каплеуловителей, дымососов и дымовой трубы высотой 35 м.

Дожигание СО проводится в трубе вагранки с помощью газовой горелки с расходом $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($10 \text{ м}^3/\text{т}$ чугуна). Факел продуктов горения с температурой $1100\text{-}1200 \text{ }^\circ\text{C}$ поступает в трубу вагранки в зоне завалочного окна и поджигает восходящий поток ваграночных газов. Газы горят в трубе вагранки (до мокрого пылеуловителя), их температура достигает $900\text{-}1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Дожигание обеспечивает снижение концентрации СО в период плавки в среднем до $0,5\text{-}1,0 \text{ г}/\text{м}^3$ – при расходе $6\text{-}10 \text{ тыс. м}^3/\text{ч}$ ($0,8\text{-}1,6 \text{ г}/\text{с}$).

В качестве аппарата очистки от пыли на I-й ступени используется мокрый пылеуловитель скрубберного типа, установленный непосредственно на трубу вагранки. МП оснащен шестью винтовыми форсунками. Система орошения, установленная вне корпуса позволяет извлечь любую форсунку (для осмотра и ремонта), не останавливая работу вагранки или подачу воды. На выходе из пылеуловителя обеспечивается концентрация пыли $0,35\text{-}0,65 \text{ г}/\text{м}^3$, диоксида серы (SO_2) – $0,02\text{-}0,03 \text{ г}/\text{м}^3$, оксидов азота (NO_x) – $0,035\text{-}0,07 \text{ г}/\text{м}^3$. Газы охлаждаются в МП до $80\text{-}100 \text{ }^\circ\text{C}$ и насыщаются парами воды.

Пылеуловитель оснащен приводным клапаном. Закрытое положение клапана обеспечивает работу установки с двумя ступенями очистки. В случае технической необходимости открытый клапан позволит осуществить выход газов в атмосферу, т. е. установка может работать с одной ступенью очистки.

В данном проекте в качестве II-й ступени для тонкой очистки от пыли, SO_2 , NO_x использован длинный орошаемый газоход, где происходит интенсивная конденсация насыщенного пара за счет снижения температуры газов от $80\text{-}100$ до $30\text{-}40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Время пребывания аэрозолей в газоходе составляет $8\text{-}12 \text{ с}$, что достаточно для развития процесса конденсационного пылеосаждения. Пылинки служат центрами конденсации паров, что приводит к росту массы капель. Таким образом, кажущаяся дисперсность понижается, и капли осаждаются, одновременно очищая газы от пыли.

Для обеспечения высокой эффективности данного способа должны быть обеспечены: достаточно высокая насыщенность парами воды, перепад температур по тракту не менее $40\text{-}60 \text{ }^\circ\text{C}$, достаточное время пребывания газов (в проекте около 10 с , что более чем в 20 раз превышает время пребывания в МП и в 100 раз в трубе Вентури), высокодисперсная пыль и высокая эффективность аппарата для улавливания капель конденсата.

На выходе из системы проектом предусмотрена следующая концентрация вредных веществ: взвешенные вещества – $0,08\text{-}0,15 \text{ г}/\text{м}^3$; СО – $0,5\text{-}1,0 \text{ г}/\text{м}^3$; SO_2 – $0,002\text{-}0,005 \text{ г}/\text{м}^3$; NO_x – $0,02\text{-}0,04 \text{ г}/\text{м}^3$ при расходе газов $6000\text{-}10000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для обработки загрязненной воды с концентрацией $1\text{-}2 \text{ г}/\text{л}$ взвешенных веществ и извлечения шлама, образующегося после мокрой очистки, установка оснащена системой шламоудаления и циркуляции воды. На сливной магистрали установлены два напорных гидроциклона типа ГЦ-250 для осветления воды и отделения шлама.

Вода накапливается в резервуаре объемом 12 м^3 и с помощью насосов возвращается в систему очистки ваграночных газов. Шлам сбрасывается в баки.

В результате растворения SO_2 и NO_x по тракту очистки вода приобретает кислую реакцию (РН до 3,5). Для ее нейтрализации в резервуар добавляется известь в количестве 7-10 кг/сутки при работе установки в одну смену.

Энергозатраты в системе, включая транспортирование газа и воды, составят не более $0,8...1,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на 1000 м^3 , что примерно в 4-6 раза ниже, чем при других типах систем очистки той же эффективности. Система позволяет сократить удельный расход воды на очистку за счет ликвидации потерь капельной влаги из пылеуловителей и конденсации паров.

На комплексной ваграночной установке, смонтированной в литейном цехе ОАО «САНТЭП», в течение января 2002 г. проводились наладочные плавки. Установка соответствует проектной документации по основным характеристикам.

Литература

1. Ровин Л.Е., Ровин С.Л. Экологические характеристики плавильных печей //Литье и металлургия. – 2001. – № 4. – С. 79-81.
2. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю. Очистка газов мокрыми фильтрами. – М.: Химия, 1972.

КОМПЛЕКСНЫЕ ПЛАВИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В.А. Жаранов

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Ровин Л.Е.

Проблема снижения энергоемкости и экологической опасности топливоиспользующих печей имеет особую актуальность для Республики Беларусь, которая в основном импортирует дорогостоящие энергоресурсы. Процессы плавки и термообработки металлов при производстве литых заготовок являются наиболее энергоемкими в металлообработке. На тонну чугуна и стали расходуется $(2,5-2,7)\cdot 10^6$ кДж или 750-1000 кВт ч тепловой энергии при термическом КПД не превышающем 40-50 %.

Практическая разработка комплексных ваграночных установок до настоящего времени для нашей республики является актуальной проблемой. Значимость её определяется широким распространением вагранок для производства жидкого чугуна, а так же стремлением народнохозяйственных предприятий и государства в целом к внедрению ресурсосберегающих технологий. То же относится и к топливным печам, как литейного производства, так и смежных отраслей промышленности.

Мировой опыт создания ваграночных установок не может напрямую быть применён на отечественных предприятиях. Это обусловлено, прежде всего, ограниченностью их финансовых и технологических возможностей. Поэтому применение комплексных ваграночных установок в Беларуси требует зачастую новых инженерных, конструкторских и научных решений.

Недостаточно изучены, в частности, физико-химические и теплофизические аспекты работы теплообменных аппаратов при нестационарных процессах, высоких концентрациях аэрозолей, неустойчивых кратковременных режимах выбросов, адгезионные характеристики отложений и др. Сдерживает внедрение систем рекуперации тепла отсутствие разработанной математической модели плавильного или термического агрегата, как единого комплекса, включающего и рекуператор и системы очистки выбросов.