

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

В результате растворения  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$  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  $1000 \text{ м}^3$ , 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.

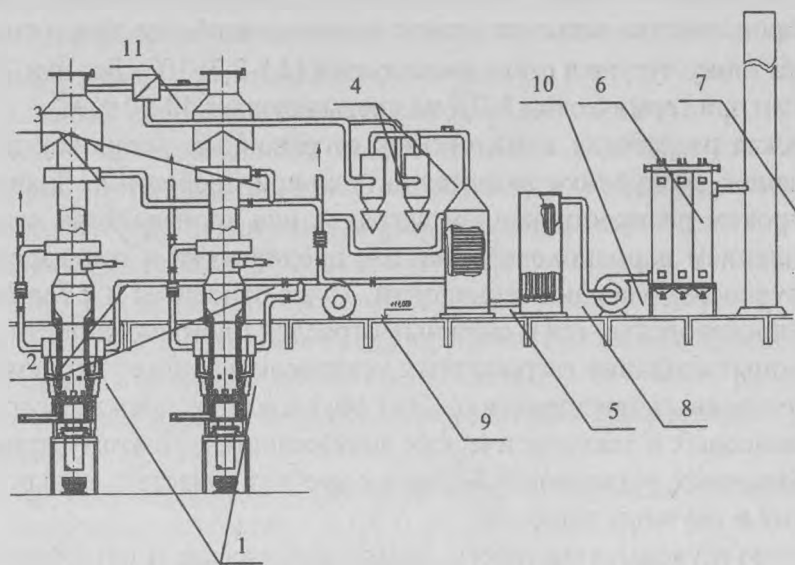
Недостаточно изучены, в частности, физико-химические и теплофизические аспекты работы теплообменных аппаратов при нестационарных процессах, высоких концентрациях аэрозолей, неустойчивых кратковременных режимах выбросов, адгезионные характеристики отложений и др. Сдерживает внедрение систем рекуперации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

Среди основных проблем и задач исследований можно выделить следующее:

- описание механизма переноса, осаждения, удержания и отрыва взвешенных частиц из потока отходящих газов на теплообменной (охлаждаемой) поверхности;
- на основе полученных закономерностей, разработку методов уменьшения интенсивности переноса частиц пыли и образования отложений на поверхности теплообмена;
- исследование влияния отложений на эффективность теплообмена в рекуператоре;
- исследование влияния горячего дутья, колебаний температуры дутья на режимы (технологию) работы печи, влияния подогрева дутья на удельное количество и свойства аэрозолей, в том числе параметры аэрозолей;
- разработку оптимальных конструкций и схемы расчёта рекуператоров различных типов, с учётом режимных параметров и характеристик теплоносителя (турбулентность, скорость, состав, пульсации, температура), осаждения аэрозолей на теплообменной поверхности.

В настоящий момент на кафедре «МиТЛП» ведутся разработка и проектирование комплексной закрытой ваграночной установки для могилёвского металлургического завода. Предполагается, в частности, при моделировании теплообменных процессов и исследовании движения газов, а так же при расчётах надёжности конструкции и возможности применения того или иного конструкционного материала использовать программный пакет ANSYS версии 6.0.

Коксовые вагранки производительностью 15 тонн/час ОАО «ММЗ» оснащаются системой двухступенчатого подогрева дутья за счет тепла отходящих газов. Комплексная ваграночная установка рекуперации тепла и очистки отходящих газов состоит из двух вагранок производительностью 15 т/ч каждая, работающих попеременно и общей системы подогрева дутья, очистки, утилизации тепла отходящих газов, а также системы подачи дутья (см. рис.).



Комплексная ваграночная установка рекуперации тепла и очистки отходящих газов: 1 – вагранки 15 т/ч; 2 – узел дожигания; 3 – рекуператор радиационный встроенный; 4 – циклоны (4 ед); 5 – конвективный рекуператор; 6 – фильтры тканевые рукавные с обратной продувкой; 7 – труба дымовая; 8 – утилизатор-водоподогреватель; 9 – воздуходувка; 10 – дымосос; 11 – клапан перекидной

Каждая вагранка оснащена узлом дожигания, состоящим из двух горелок двухпроводного типа, устройств стабилизации горения, вентиляции для подачи дутья и системы КИПиА, встроенным радиационным рекуператором, сухим искрогасителем, подключенным к системе очистки отходящих газов.

Система подогрева дутья включает два рекуператора, работающих последовательно: дутьё от воздуходувки ВН20/1700 производительностью 14-15 тыс. м<sup>3</sup>/час воздуха подаётся в конвективный встроенный рекуператор, в котором нагревается до 200-300 °С, откуда затем подаётся в радиационный встроенный рекуператор, где осуществляется нагрев до 500-550 °С. Затем горячее дутьё подаётся в фурменный коллектор и распределяется по фурмам вагранки.

В установке предусмотрены варианты подачи дутья минуя рекуператоры, т. е. без подогрева, а также при подогреве только в радиационном или только в конвективном рекуператорах.

Система имеет следующие параметры:

1. Производительность вагранок, т/ч ..... 15.
2. Расход дутья, м<sup>3</sup>/час ..... 15000-18000.
3. Давление дутья, Кпа ..... 18-20 (1800-2000 мм. водн. столба).
4. Расход очищаемых газов, тыс. м<sup>3</sup>/час, до . 25-30.  
Эффективность очистки (%):  
пыль ..... 99,0  
СО ..... 98,5  
Углеводороды ..... > 99  
NO<sub>x</sub> ..... 65.
5. Объём воды, нагреваемой в утилизаторе до температуры 85-95 °С, м<sup>3</sup> ..... 20.
6. Температура подогрева дутьевого воздуха, °С ..... 500-550.
7. Расход кокса от массы выплавляемого металла, % ..... 10-12.
8. Расход природного газа на узел дожигания, м<sup>3</sup>/час, макс. .... 100.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

В.А. Пуденкова

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

Научный руководитель Мурашко В.С.

Автоматизация инженерного труда на основе широкого и эффективного использования ЭВМ является одним из элементов комплексной автоматизации современного производства. Непрерывное усложнение современных технических средств, повышающиеся требования к их надежности, качеству и технико-экономическим показателям, необходимость сокращения сроков разработки, уменьшения ее трудоемкости и стоимости, а также повышение эффективности труда инженеров-проектировщиков, конструкторов и технологов являются основными предпосылками создания и внедрения систем автоматизации проектирования.