

Л. Е. РОВИН, ГГТУ им. П. О. СУХОГО,
С. Л. РОВИН, А. В. ТКАЧЕНКО,
Н. Ф. ХОДОСОК, БГПА

The authors examined variants of solution of the issues of automation of the process of manufacture of fluid cast iron in a cupola. On the basis of the analysis of the actual operation of cupola the scheme is suggested of automation of the process and equipment of the furnace with the KIP & D system.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВАГРАНОК

УДК 621.745

Работа вагранки как непрерывного плавильного агрегата обеспечивается постоянством температурного и аэродинамического поля в шахте вагранки (так называемое квазистационарное состояние). Однако на практике наблюдаются значительные изменения всех режимных параметров, что приводит к соответствующим колебаниям качества выплавляемого металла и производительности печи. Так, исследования, выполненные на вагранках производительностью 5 и 7 т/ч, показали, что производительность отличается от номинала в отдельные моменты от -10 до $+30\%$, причем без какого-либо вмешательства вагранщика. Температура ($t_{мет}$) и состав чугуна также колеблются в заметных пределах: $\Delta t_{мет} = \pm 20^\circ\text{C}$, концентрация C от $-0,2$ до $+0,3\%$ от расчетной, Si — от $-0,1$ до $+0,2\%$, Mn — от $-0,1$ до $+0,1\%$ и т. д.

Изменения тепломассообменных процессов приводят к колебаниям параметров отходящих газов: расхода, температуры газов и концентрации в них вредных веществ. На рис. 1 представлены значения мгновенных скоростей в 11 точках по сечению шахты вагранки над слоем шихты. Визуально хорошо заметны в потоке отходящих газов треки раскален-

ных частиц, по которым можно судить о произвольных направлениях векторов мгновенных скоростей, причем максимальные размеры частиц (до $2-3$ мм) (рис. 2) также свидетельствуют о значительном превышении скоростей отдельных струй средней несущей скорости потока: для частиц плотностью $\rho = 1,5-2,0$ г/см³ и диаметром $d = 3$ мм скорость витания $v_v = 10-12$ м/с, а средняя скорость в трубе вагранки $v = 2,5-3,0$ м/с при нормальных условиях.

Концентрации газов на выходе из слоя также сильно варьируются как по сечению, так и по времени. На рис. 3 показана запись концентраций CO в течение 15 мин.



Рис. 2. Частицы пыли в потоке отходящих газов

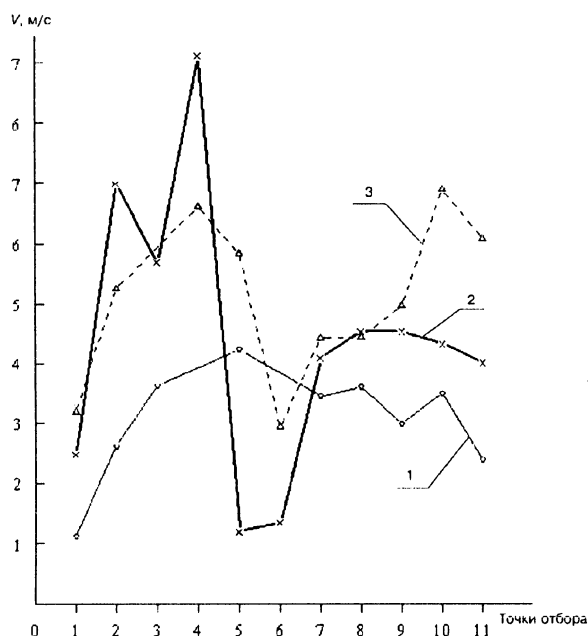


Рис. 1. Поле скоростей по сечению трубы вагранки производительностью 10 т/ч (рабочие условия): 1—3 — серия замеров в течение 15 мин

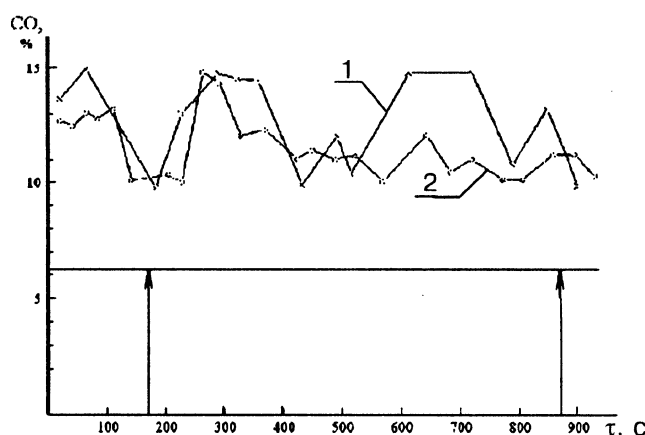


Рис. 3. Колебания концентрации CO на выходе из слоя шихты: 1—2 — серии замеров

Колебания концентрации пыли происходят в пределах 3—6 г/м³, а в случае загрязненной шихты — до 10—12 г/м³. Дисперсность пыли также изменяется, в частности, содержание высокодисперсных частиц (< 5 мкм) колеблется от 1 до 15 %.

Таким образом, основные характеристики, определяющие как технологические, так и экологические параметры вагранки, представляют не однозначные функции, а достаточно широкое поле вероятных значений, что приводит к необходимости ориентироваться на их нижние пределы при определении качества продукции, а при решении экологических задач предусматривать завышенные запасы мощности и энергопотребления.

Действенным средством повышения технико-экономических показателей ваграночной плавки, прежде всего за счет стабилизации процесса, является автоматизация плавильного агрегата. Оснащение вагранок контрольно-измерительной аппаратурой и средствами автоматического регулирования

(КИП и А) не требует больших капиталовложений и в основном выполняется с помощью стандартных приборов. Пример схемы КИП и А для вагранки открытого типа (большинство печей в Беларуси) и со встроенным рекуператором приведен на рис. 4. Для уменьшения колебаний режима плавки прежде всего необходимо стабилизировать расход дутья и уровень завалки шихты, а для работы рекуператора — еще и процесс дожигания газов в трубе вагранки. Контроль расхода и давления дутья выполняется с помощью приборов "Сапфир", регулирование расхода — регулятором с приводной заслонкой, контроль температуры дутья, отходящих газов, факела в узле дожигания — термопарами ТХА с защитным чехлом из стали Х18Н10Т или Х25Т. Технические трудности представляют замеры уровня завалки шихты и температуры металла. Попытки использовать для этой цели механические устройства (щупы) оказались неудачными. Радиоактивные индикаторы также не нашли в нашей республике широкого применения. В связи с этим была разработана достаточно простая система контроля на основе датчиков давления, которые устанавливаются на двух уровнях: на расстоянии, равном слою шихты, соответствующем одной и двум завалкам: 0,8 — 1,0 и 1,5 — 2,0 м. К импульсным трубкам подводится через редуктор сжатый воздух для создания избыточного давления, равного давлению газов в шахте вагранки на данном уровне (определяется экспериментально, примерно 200 — 300 Па). Это несущее давление препятствует забиванию патрубков пылью, кроме того, воздух охлаждает импульсное устройство. Периодически, 1—2 раза в смену, импульсные трубки автоматически продуваются сжатым воздухом через электромагнитный клапан непосредственно из магистрали. Датчик давления при этом отключается. Продувка выполняется как профилактическая мера. Работа системы основана на том, что при опускании столба шихты до уровня установки патрубков сопротивление слоя шихты и давление в шахте становятся равными нулю. На шкале показывающего прибора при этом фиксируется несущее давление и он выдает сигнал о том, что нужно производить следующую завалку. Если завалка не сделана, тот же порядок работы повторяет нижний датчик, который сигнализирует уже о нарушении работы вагранки и необходимости ее остановки.

Завалка шихты по сигналам датчиков уровня может осуществляться автоматически скиповым подъемником.

Система контроля уровня этого типа позволяет фиксировать возникновение зависания шихты. Если давление нижнего датчика становится меньше, чем в верхнем, это свидетельствует об образовании полостей в слое шихты, т. е. о зависании, что приведет к нарушению хода плавки.

Данная система прошла длительную (более года) проверку в производственных условиях и подтвердила свою высокую надежность.

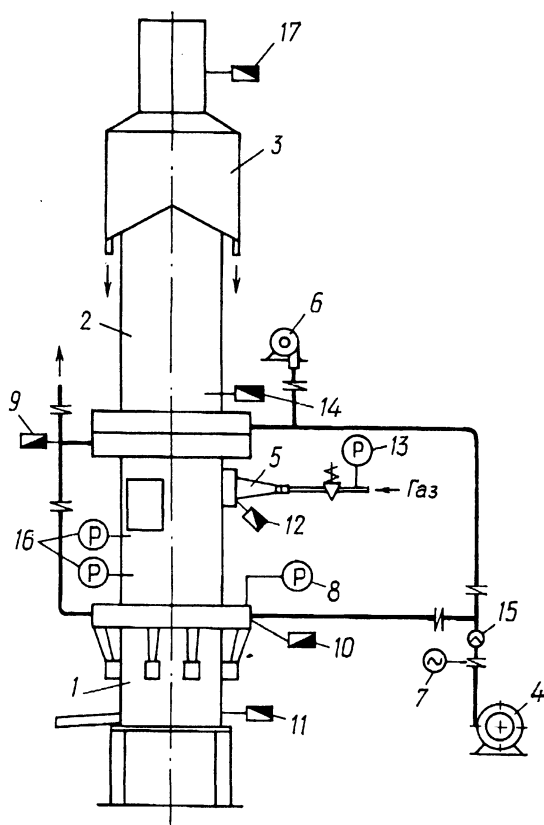


Рис. 4. Схема оснащения вагранки средствами КИП и А: 1 — вагранка; 2 — встроенный двухходовой радиационный рекуператор; 3 — пылеуловитель; 4 — воздуходувка; 5 — узел дожигания СО в отходящих газах; 6 — вентилятор для продувки рекуператора при работе вагранки на холодном дутье; 7 — регулирование расхода дутья; 8 — контроль давления воздуха в фурменном поясе; 9 — контроль температуры воздуха после рекуператора; 10 — контроль температуры воздуха в фурменном поясе; 11 — контроль температуры металла; 12 — контроль температуры пламени горелки узла дожигания; 13 — контроль давления газа; 14 — контроль температуры отходящих газов; 15 — контроль расхода дутья; 16 — контроль и сигнализация уровня завалки шихты; 17 — контроль температуры очищенных газов.

Контроль температуры металла может быть выполнен бесконтактным способом, например, с помощью пирометра, устанавливаемого под или над желобом вагранки, или термопар типа ТПП, ТВМ, ТВР и др., вводимых в горн. В последнем случае следует использовать графитовые или карбидокремниевые защитные наконечники, которые крепятся в углублениях футеровки. Контроль в этом случае более точный, но после каждой плавки необходимо менять наконечники и, как правило, теряется часть термопарной проволоки.

Контроль температуры отходящих газов выше уровня установки узла дожигания позволяет не только стабилизировать работу узла, но и сократить расход природного газа. Как показала практика, при стабильном режиме плавки газы в трубе вагранки после ее разогрева воспламеняются и горят достаточно устойчиво. В этом случае горелки отключаются. Последующее их включение осуществляется по команде вторичного прибора (КСП) при снижении температуры ниже 700—750°C с помощью стабилизатора с нагревательными карбидокремниевыми стержнями КЭНА или электроискрового запальника. Контроль температуры очищенных газов после пылеуловителя — наиболее простой косвенный способ слежения за исправной работой мокрого пылеуловителя. Существует прямая связь между степе-

нью охлаждения газов и качеством обеспыливания в таких аппаратах скрубберного типа. Фиксируя температуру горящих газов в трубе вагранки и на выходе из пылеуловителя, можно определить его эффективность.

Представленная схема является простейшей и может быть дополнена и расширена в случае необходимости средствами контроля, регулирования и безопасности. Причем наиболее рациональным в современных условиях является использование вместо вторичных приборов ЭВМ, что значительно повышает информативность системы и возможности управляющего персонала. Для автоматизации вагранки, как показывает практика, например опыт ОАО "Гомельстройматериалы", вполне достаточно мощности ПЭВМ типа 286.

Системы КИП и А, как отдельных узлов, так и комплексных установок, разработаны и апробированы в производственных условиях УНПП "Технолит" и ГГТУ им. П. О. Сухого. Подобные системы проектируются для конкретных плавильных печей и могут быть изготовлены или силами завода-заказчика, или поставлены в готовом виде по индивидуальному проекту. Окупаемость подобных систем только за счет повышения качества металла не превышает одного года после внедрения. Кроме того, повышается надежность работы основных узлов печи.