

В связи с этим расчеты в вагранке целесообразно вести по схеме нестационарного теплообмена. В качестве граничных условий можно принять данные, полученные в результате экспериментов.

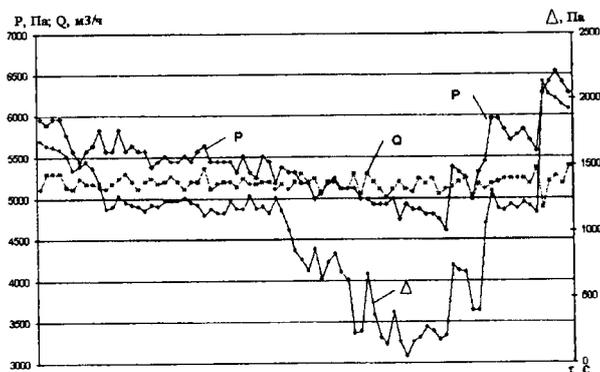


Рис. 2. Изменение параметров работы вагранки во времени: Q - расход дутья; P - давление дутья; Δ - давление в слое шихты.

ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ ПРИ ПЛАВКЕ И НАГРЕВЕ МЕТАЛЛОВ

Кунделев А. Н., Кузнецов Н. А.

Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого

Научный руководитель: к.т.н. Ровин Л. Е.

В Беларуси эксплуатируются сотни плавильных агрегатов, которые имеют высокий удельный расход топлива. Последнее является импортруемым и дорогостоящим ресурсом, поэтому актуальна проблема сокращения его затрат. Учитывая, что на полезную работу в нагревательных печах потребляется лишь 10 % газа, а в плавильных около 40 % твердого топлива, стоимость газа составляет примерно, 50 долл. США, а кокса – 135 долл. Удельный расход характеризуется тепловым балансом печи, который рассчитывается по данным натурных измерений и материального баланса печей. Примеры тепловых балансов, рассчитанных для реальных установок, в том числе вагранки Могилевского металлургического завода и нагревательной печи Минского подшипникового завода, представлены на рис. 1.

При сжигании кокса в вагранках с отходящими газами теряется 40 – 50% тепловой энергии в виде физического и химического (скрытого) тепла.

Тепловой КПД нагревательной печи на много ниже. В ней на нагрев заготовок используется только 8 – 10 % тепла. Остальная энергия уходит на потери в окружающую среду (28 %) и тепло отходящих газов (62 %).

Для сравнения, можно привести баланс, построенный по данным вагранок фирмы «Kuttner» ФРГ [1]. Из схемы видно, что с отходящими газами теряется 56 % тепловой энергии. Это объясняется тем, что в данной вагранке требования к нагреву металла выше (1520 °С), чем в наших вагранках (1380 - 1400 °С). В остальном, ситуация примерно одинаковая.

При замене кокса природным газом тепловой КПД печи существенно не изменится, но этот способ позволит уменьшить затраты на топливо почти в три раза. Тонна кокса позволяет получить от 25 до 29 млн. кДж тепла, 1000 м³ – 35 млн. кДж, при меньшей стоимости газа. Однако полная замена кокса газом в плавильных печах требует полной реконструкции плавильного отделения и больших капиталовложений. Частичная замена (до 30 %) возможна, но, соответственно, эффект ниже. Наиболее выгодным для сокращения затрат и повышения КПД будет использование вторичных энергоресурсов (ВЭР), к которым относятся высокотемпературные отходящие газы.

Достаточно простым способом использования ВЭР является рекуператор для подогрева воздуха или сжигаемого газа или того и другого одновременно. Такой способ позволяет вернуть в печь большую часть тепла, уносимого из рабочего пространства (рис. 1). Кроме того, сжигание топлива при подогретом воздухе дает повышение температуры в печи, а, следовательно, увеличение производительности.

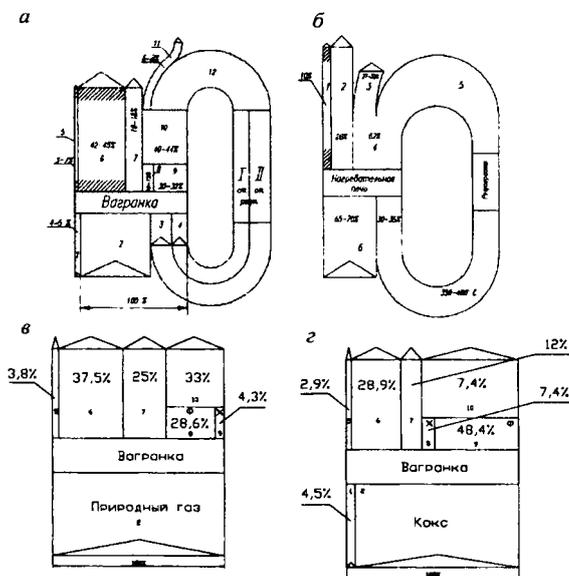


Рис. 1. Баланы тепловой энергии топливных печей

1+4 – приход тепла, в том числе: 1 – реакция окисления, 2 – кокс;

3,4 – горячий воздух после I и II ступени рекуператора;

5+12 – расход тепла: 5 – шлак, 6 – металл, 7 – потери в окружающую среду;

10 – тепло отходящих газов, в том числе: 8 – физическое, 9 – химическое;

11 – газы после рекуператора;

12 – тепло, утилизируемое в рекуператоре.

а – вагранка 15т/час; б – нагревательная печь (1500 кВт); в – вагранка фирмы «Kuttner» ФРГ; г – газовая вагранка.

В плавильных печах улучшаются практически все металлургические характеристики и качество металла. При подогреве до 300 – 350 °С экономия топлива в нагревательных печах составляет 20 – 25% при отоплении газом или мазутом, в вагранках – до 20 % кокса.

Примером подобных технических решений, выполненных на кафедре «Машины и технология литейного производства» ГГТУ имени П.О. Сухого, являются рекуператоры для вагранок открытого и закрытого типа.

Простейшим решением является встроенный радиационный рекуператор, устанавливаемый в трубе вагранки. На рис. 2 показана подобная установка на вагранке 15 т/ч Минского автозавода (рекуператор выделен цветом). Рекуператор двухходового типа высотой 12 м и диаметром 1,25 м. В рекуператоре отходящие газы, содержащие 15 – 18 % CO, дожигаются и отдают тепло дутьевому воздуху. Коэффициент теплоотдачи при температуре газов 900 – 1100 °С составляет 20 – 22 Вт/м²К, сопротивление по воздушному тракту 1,8 – 2,0 кПа. Рекуператор оснащается системой КИПиА. Несущей конструкцией рекуператора является корпус вагранки. Внутренний тепловоспринимающий корпус представляет собой цилиндр, изготовленный из стали 15Х25Т (15Х28) толщиной 8 – 10 мм, в верхней части имеет компенсаторы для предотвращения деформации при термическом удлинении на 30 – 50 мм.



Рис. 2. Вагранка со встроенным рекуператором

При авариях или неполадках в системе подогрева воздуха предусмотрена работа вагранки на холодном дутье. Такой рекуператор не требует реконструкции вагранки или изменения ее технологического режима, за исключением сокращения расхода кокса и флюсов.

Более высокой температуры нагрева и, соответственно, большего КПД использования тепла можно достигнуть при установке дополнительной ступени – конвективного рекуператора вне вагранки. Вагранка при этом переоборудуется из открытого в закрытый тип и оснащается дымососом. Система подогрева дополняется аппаратами очистки сухого или мокрого типа. Наиболее рациональным является установка сухих пылеуловителей, например, типа циклонов между I и II ступенями нагрева дутья, а мокрых (скрубберов или труб Вентури) на выходе. Такая система разработана для Могилевского металлургического завода. Нагрев дутья достигает 500 – 550 °С, а экономия кокса до 30 – 35 %. За счет этого установка окупается за один год, несмотря на значительные капитальные затраты.

Рекуператоры для нагревательных и термических печей работают в более благоприятных условиях, т.к. отходящие газы имеют стабильный режим и не содержат пыль и агрессивные компоненты. Это позволяет использовать трубчатые конвективные рекуператоры и водоподогреватели (экономайзеры). Их установка обеспечивает подогрев дутья до 350 – 400 °С (выше не целесообразно по соображениям техники безопасности) и повышение КПД до 30 – 35 %, а с экономайзерами до 55 – 60 %. Внедрение горячего дутья требует

корректировки режимов нагрева и работы горелок, т.к. рабочий массовый расход воздуха при нагреве уменьшается.

Использование тепла отходящих газов в масштабах РБ обеспечит значительный экономический эффект и сокращение вредных выбросов в атмосферу.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ПРОГРАММЫ ДЛЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЁТА НА ПЭВМ
ВИБРАПИТАТЕЛЕЙ ФАСОВОЧНО-УПАКОВОЧНЫХ МАШИН**

Купреев А. В.

*Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого*

Научный руководитель: **Шипинский В. Г.**

Вибрацию широко применяют в различных отраслях промышленности. В частности, в машиностроении широкое применение получили вибрационные устройства (ВУ) для подачи штучных заготовок в зону обработки, их перемещения между рабочими позициями в автоматических линиях, а также для ориентирования деталей и поштучной выдачи в зону обработки или упаковки. В фасовочно-упаковочных машинах ВУ применяются, в основном, для подачи продукта управляемым потоком в весовые и объёмные дозирующие устройства либо непосредственно на упаковку.

Достоинства вибрационных загрузочных устройств (ВЗУ) заключаются в том, что они достаточно просты по своей конструкции, надёжны в работе, работают без дозагрузки достаточно продолжительное время. Загрузка в них объектов обработки осуществляется навалом, в ВЗУ может осуществляться одновременное транспортирование, ориентирование и поштучная подача заготовок в зону обработки.

Наибольшее распространение получили ВЗУ с электромагнитным приводом. ВЗУ с электромагнитным приводом можно разделить на два вида существенно отличающихся по конструктивному исполнению: бункерные ВЗУ со спиральным лотком и ВЗУ с прямолинейным лотком.

ВЗУ хотя и очень просты по конструкции, но в то же время, как и любые динамически действующие системы, требуют выполнения сложных расчётов при проектировании. Сложность проектирования ВЗУ вызвана тем, что на процесс вибрации лотка одновременно влияет большое количество различных факторов: размеры объектов обработки, жёсткость системы, частота колебаний, резонансные явления и др.

Расчёт параметров ВЗУ содержит элементы проверочных расчётов, когда вначале задаются конструктивными параметрами элементов ВЗУ, а затем проводят проверочный расчёт, повторяя эти операции до совпадения расчётных и заданных характеристик. В связи с тем, что проектировочные расчёты достаточно сложны и отдельные его пункты необходимо повторять не один раз, целесообразно для снижения трудоёмкости такие проектировочные расчёты выполнять на ПЭВМ.

Целью данной работы является разработка программы для автоматизированного расчёта на ПЭВМ параметров ВЗУ. За основу для разработки программы принято ВЗУ бункерного типа, с цилиндрическим бункером и спиральным лотком. Конструктивная схема приведена на рис. 1. ВЗУ бункерного типа состо-