

УДК 536. 6.081
ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ
ФУТЕРОВКИ ПЕЧЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

П. С. ГРИНЧУК, Н. И. СТЕТЮКЕВИЧ, В. Ф. ШЕВЦОВ
ГНУ «ИНСТИТУТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА
им А.В. Лыкова НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Печи и другие нагревательные установки состоят из стальной конструкции и внутренней футеровки, выполненной из огнеупоров. В процессе эксплуатации футеровка изнашивается под воздействием термических и механических нагрузок. Футеровка является заменяемым элементом печи и должна периодически обновляться при плановых ремонтах. Стойкость огнеупора не является простой функцией температуры его плавления, обычно сопоставляемой с температурой в печи, а обусловлена течением сложных процессов, зависящих, помимо температуры, еще и от целого ряда взаимосвязанных факторов. Наружный кожух печи, как правило, является незаменимым элементом и от него зависит безопасная эксплуатация печи, его разрушение сильно влияет на процессы дальнейшей деградации теплоизоляции.

Наиболее эффективным способом технического диагностирования такого оборудования является тепловизионный контроль. Тепловизионные системы позволяют проводить, как внешнюю оценку распределения температуры на наружной поверхности печи, ее кожуха, так и внутренний контроль. Основным документом обследования является термограмма поверхности печи с аномалиями температуры. Можно считать, что участки кожуха, имеющие температуру выше 150 °С могут быть отнесены к проблемным зонам. На термоизображениях поверхности печи фиксируются местные участки перегрева, трещины, утонения футеровки печей. Температурные изменения наружной обшивки (кожуха) позволяют оценить степень износа футеровки и необходимость ремонта печи. При анализе результатов тепловизионного контроля также сопоставляются данные текущего и предыдущих измерений, степень неравномерности износа огнеупорной футеровки. Тепловизионный контроль также оказывается весьма эффективным средством для оценки сварных швов кожуха. В случаях, когда сварные швы кожухов выполнены с несквозным проплавлением по толщине обечайки, их тепловое сопротивление будет ниже, чем у основного металла.

В качестве практического примера такого обследования авторами выполнена тепловизионная диагностика нагревательных печей предприятий ОАО «БАТЭ» (г. Борисов), «АВТОГИДРОУСИЛИТЕЛЬ» (г. Борисов).

Приведем характерные данные обследования для следующих агрегатов предприятий: печь спекания, толкательный агрегат СТЗА 10.45.5/7, термическое оборудование термокузнечного участка инструментального цеха, автоматическая линия "Дегусса" с пульсирующим подом, газонагревательная печь СТОА-16.120 6/10-26-С1, электронагревательная печь СКЗА-8.40.

Печь спекания (инв. №917-019) является проходной печью конвейерного типа и предназначена для спекания деталей, спрессованных из медного порошка. Рабочая температура – 1020° С; установленная электрическая мощность – 180 кВт; производительность – 40 кг/ч. При обследовании печи было обнаружено несколько мест достаточно сильного перегрева наружной обшивки (до 130 °С на боковых поверхностях и до 260° С в месте загрузки деталей, при норме по технике безопасности 45° С). Толкательный агрегат СТЗА 10.45.5/7 предназначен для нагрева под закалку и отпуск мелких стальных деталей в таре (корзины из жароупора). Рабочая температура 860° С; установленная электрическая мощность – 315 кВт (наибольшая установленная мощность из всего эксплуатируемого термического оборудования); производительность – 250 кг/ч. На наружной торцевой поверхности агрегата (защитный кожух, технологическое окно) имеют место локальные перегревы до 250° С. При обследовании термического оборудования термокузнечного участка инструментального цеха был обнаружен характерный для печей данной конструкции дефект – сильный перегрев обшивки в области заслонки 160° С.

Тепловизионное обследование не исключает применение традиционных методов неразрушающего контроля, которые решают свои задачи (толщинометрия), которые плохо решаются тепловым методом. Однако сами условия эксплуатации (высокая температура стенки, невозможность подготовки поверхности контроля, обеспечения доступа изнутри) накладывают ограничения на их применимость. Так, ультразвуковые методы предполагают непосредственный контакт дефектоскопа с поверхностью объекта. Для печи это означает полное охлаждение до нормальной температуры. Применение тепловизионного метода позволяет оптимизировать объемы контроля, выполняемого другими методами и выполнить выборочную проверку толщины на предмет соответствия фактического исполнения проектному.

Дополнительной практической значимостью проведения тепловизионного обследования печей является возможность параллельно решать задачи энергоэффективности эксплуатации диагностируемого оборудования.

E-mail: gps@hmti.ac.by