

спечивается практический непрерывный температурный контроль по пирометрическому каналу.

Такой контроль стабилизирует температурные режимы электродуговой плавки и разливки чугуна, за счет чего снижается уровень брака, расход электроэнергии, угар шихтовых материалов и повышается ресурс футеровки.

Для контроля и управления температурным режимом ваграночной плавки достаточно непрерывно измерять температуру чугуна на выпуске. Значительная инерционность вагранок позволяет измерять температуру расплава в сифоне пирометром излучения с погружаемой в расплав цилиндрической моделью АЧТ. Такое решение целесообразно использовать для непрерывной термометрии чугуна с температурами выпуска близкими к температурам термодинамического равновесия основной металлургической реакции. Чугун в этом случае в различной, зависящей от температуры, состава и перемешивания, степени покрыт оксидными пленами, нарушающими однозначную связь между условными и действительными температурами. Если температура выпускаемого чугуна превышает равновесную температуру, то для контроля лучше использовать двухканальную микропроцессорную бесконтактную пирометрическую систему. В этом случае пирометрический преобразователь, в соответствии с разработанным методом, визируется на начало потока расплава на желобе непосредственно у сифона.

Известны методы измерений температуры чугуна на выпуске из стационарного копильника вагранки, заключающийся в том, что пирометр излучения визируется на поток расплава на желобе или на струю (снизу, сбоку) у носка желоба. Однако, проведенные нами исследования показывают неоптимальность этих методов. В результате исследований температурных полей участков поверхности расплава, доступных для пирометров излучения, установлено, что наиболее стабильную излучательную способность имеет участок струи непосредственно у летки. Для уменьшения погрешности измерений температуры предложено визировать пирометр на этот участок струи с помощью специальной разработанной фурмы. По температурной диаграмме можно, кроме температуры, контролировать производительность агрегата, ритмичность работы, простои и нарушения технологии, в частности, слив шлака в ковш.

Чугун из вагранок по третьей схеме выпускается непрерывно через открытый желоб. Наиболее приемлемым в этом случае является бесконтактный метод, заключающийся в том, что пирометрический преобразователь визируется на струю непосредственно у летки вагранок.

Непрерывный контроль температуры чугуна на выпуске из вагранки позволяет вагранщику изменением подачи дутья и кокса выдерживать заданный температурный режим плавки. Стабилизация температуры выпускаемого металла обеспечивает требуемый температурный режим разливки.

В комплексе стабилизация температурных режимов процессов получения и разливки ваграночного чугуна снижает уровень брака, расход кокса, угар шихты и амортизацию футеровки.

УДК 621.745.5.06/.07:536.5

Л. Ф. Жуков, Э. В. Захарченко, А. Л. Гончаров, Е. А. Сиренко
Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев

ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ЧУГУНОВ И ДРУГИХ ЛИТЫХ СПЛАВОВ

Для стабильного получения качественного литого металла с заданными свойствами необходимо экспрессно по ходу плавки контролировать температуру, химический состав и ряд технологических характеристик.

Термографический экспресс-анализ (ТГА) основан на интерпретации характеристик термограмм охлаждения небольших масс металла (обычно 200-300г; длительность затвердевания - около 2мин.). Обсуждаются состояние и пути повышения точности этого экспрессного и недорогого метода. Подчеркивается, что ТГК- методу, имеющему богатую историю, в настоящее время нет адекватной альтернативы.

В чугунолитейном производстве ТГА чаще всего используется для контроля содержания углерода и кремния, углеродного эквивалента, структуры металлической основы и формы графита и реже - некоторых физико-механических и технологических в том числе усадочных свойств. С помощью ТГА контролируют степень инокулирования и модифицирования литых алюминиевых сплавов, содержание фосфора в медно-цинковых сплавах, а также низкие содержания углерода в низколегированных сталях и количество карбидов в износостойких сталях. Используют ТГА и при литье сплавов никеля и кобальта.

Несмотря на большое число исследований в области ТГА остаются все же неясными и спорными некоторые важные его стороны, особенно касающиеся точности и воспроизводимости, формы и интерпретации термограмм охлаждения. Даже крупнейшие мировые компании, давно специализирующиеся на выпуске аппаратуры для ТГА, производят пробницы неоптимальной конструкции, используют математические модели, недостаточно учитывающие влияние сопутствующих и неконтролируемых химических элементов на термограммы охлаждения чугунов.

Систематизируется и анализируется с использованием мирового опыта

влияние различных факторов на метрологические характеристики ТГА (электропитания приборов; защиты от электромагнитных помех в термоэлектрических цепях; химического состава сплава; конструкции пробоотборника; термической защиты термопар; надежности химических анализов, используемых для проверки метрологических характеристик ТГА; надежности микропроцессорной аппаратуры; достоверности программ обработки результатов ТГА и др.). О важности термоконтроля для ТГА свидетельствует то, что погрешность измерений температуры чугуна в 1°С приводит к погрешности определения содержания углерода около 0,01%, а кремния - 0,08%.

На основе анализа перечисленных факторов разработаны практические рекомендации, которые в чугунолитейном производстве могут обеспечить экспериментально подтвержденную погрешность ТГА на уровне 0,03% для углерода и 0,03% для кремния. Это сравнимо с погрешностью определения углерода методом сжигания (0,035%). В Физико-технологическом институте металлов и сплавов Национальной Академии наук (г. Киев) за последние пятьдесят лет накоплен значительный опыт в области ТГА. В настоящее время выполняются работы по модернизации ТГА чугунов. Разрабатываются новые компактные конструкции пробоотборников, оптимизируется размещение и термоизоляция термопар, создаются новые усовершенствованные алгоритмы и программы математической обработки термограмм охлаждения чугунов. Особое внимание обращается на повышение точности и чувствительности, а также снижение инерционности измерений температуры, определение степени точности корреляции между формой термограммы охлаждения на участках ее перегиба и характеристиками металлографической структуры чугунов.

УДК 621.745.5.06/.07:536.5

Л. Ф. Жуков, Н. Ф. Зубенина

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев*

КОНТРОЛИРУЕМЫЕ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИНДУКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЛАВКИ, МИКСЕРОВАНИЯ И РАЗЛИВКИ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА

На базе современной оптоэлектронной, волоконной, микропроцессорной и компьютерной техники и новых материалов разработана световодная система для непрерывного контроля, регистрации, индикации и регулирования температуры жидкого металла в индукционных тигельных и канальных

плавильных, миксерных и разливочных печах. В результате промышленных испытаний и использования, а также исследований метрологических характеристик установлено, что система обеспечивает непрерывный, в течение кампании футеровки, контроль температуры жидкого металла в указанных печах со средними квадратическими погрешностями, соответственно не превышающими 6,4; 4,9 и 4,3°С, в диапазоне от 1260 до 1600°С.

Установлены закономерности влияния контролируемых определяющих параметров, в том числе массы зумпфа, мощности, состава и массы загружаемых доз шихты, режимов загрузки шихтовых материалов, температур и режимов наплавления тигля металлом, перегрева и термостатирования расплава и ошлакования футеровки на энергозатраты и производительность процессов плавки, выдержки и миксерования металла в индукционных печах. Показана высокая технико-экономическая эффективность оптимального управления на основе комплексного контроля и прежде всего непрерывного термоконтроля.

С использованием полученных математических моделей, установленных закономерностей влияния определяющих параметров и световодного термоконтроля разработаны физические основы, методы и технологические алгоритмы комплексного контроля и управления индукционными процессами получения, обработки, выдержки, миксерования и разлики жидкого металла, в том числе на предприятиях автомобиле-, тракторо- и двигателестроения, использующих моно-, дуплекс- и триплекс-процессы. Методы, средства и алгоритмы комплексного контроля и оптимального управления в исследованных пределах температурными, энергетическими и загрузочно-разгрузочными режимами индукционных плавильных, миксерных и разливочных печей обеспечивают снижение энергозатрат (16%-76%), брака «по температуре» (40%-100%), угара шихтовых материалов (20%-30%), а также повышение срока службы футеровки (50%-140%) и производительности печей (39%-78%).

При использовании этих разработок на промышленных печах типа ИЧТ (с емкостью 10 т и мощностью 2,2 мВт) было достигнуто рекордное практически двукратное снижение расхода электроэнергии до 434кВтЧ на выплавку и перегрев до 1400°С 1 т чугуна.