

УДК 621.745.5.06/.07:536.5

*Л. Ф. Жуков, М. И. Смирнов, А. В. Богдан**Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев*

НЕПРЕРЫВНЫЙ СВЕТОВОДНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛА В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ

Непрерывный контроль температуры является наиболее эффективным для оптимизации температурных режимов и автоматизации теплотехнического оборудования, в том числе самых сложных в управлении и ресурсоемких металлургических и нагревательных печей. Традиционные средства – термоэлектрические (ТЭТ) и оптические (ОТ) термометры в принципе не могут обеспечить требуемый непрерывный термоконтроль. В процессе получения, обработки и разлива жидкий металл в металлургических агрегатах, как правило, покрыт шлаком, который исключает бесконтактный термоконтроль с помощью ОТ и ограничивает возможности контактных ТЭТ периодическими измерениями температуры методом кратковременного погружения. Метрологические характеристики применяемого на практике непрерывного термоконтроля нагревательных печей с помощью ТЭТ и ОТ далеко не всегда отвечают предъявленным требованиям из-за сильного влияния случайных изменений термоэлектрических характеристик ТЭТ, а также пропускания, излучательной способности и интенсивности фонового излучения печной атмосферы, нагреваемого металла и футеровки.

Для решения рассматриваемой проблемы ФТИМС НАНУ проведены длительные испытания в промышленных условиях наиболее перспективных современных термометрических методов. Лучшие результаты показали методы контроля с помощью стационарно установленных в футеровке печей огнеупорных коррозионностойких световодных устройств. Для технической реализации непрерывного световодного термоконтроля выполнен комплекс термометрических исследований металлургических и нагревательных печей, а также световодных методов и средств в условиях плавки, обработки, разлива и нагрева металла. В результате исследований разработаны армировочные и световодные материалы, конструкции, технологии изготовления и монтажа вспомогательных, световодных и фокусирующих устройств и схемы их оптического сочленения, а также общий и частные, для основных типов металлургических и нагревательных печей, термометрические методы. Разработаны теоретические, технологические и метрологические основы построения систем световодного термоконтроля.

На основе выполненных разработок и современной оптоэлектронной, волоконно-оптической и микропроцессорной техники создано несколько типов и модификаций систем непрерывного световодного термоконтроля

металлургических и нагревательных печей.

В отличие от известных решений разработанные световодные технологии позволяют осуществить непрерывный контроль температуры расплавов, в том числе высокотемпературных, непосредственно в металлургических печах и значительно повысить точность непрерывного термоконтроля или вообще сделать его возможным для нагревательных печей и близких к ним по термометрическим условиям теплотехнических агрегатов.

Разработки защищены авторскими свидетельствами и патентами в СНГ, а также в Австралии, Великобритании, Канаде, Болгарии, США, Германии, Швеции и Японии.

Эксплуатация в промышленных условиях на отечественных и зарубежных предприятиях показала, что световодные термометрические технологии позволяют снизить энергозатраты и угар шихтовых материалов, исключить брак и аварии, обусловленные нарушением температурных режимов, повысить срок службы футеровки и производительность металлургических и нагревательных печей, в результате чего имеет незначительный срок окупаемости. Например, непрерывный световодный контроль температуры металла в индукционных плавильных, миксерных и раздаточных печах обеспечивает снижение расхода электроэнергии на 10-40%, угара шихтовых материалов на 10-20% и брака «по температуре» на 20-60%, а также повышение ресурса футеровки на 20-90% и производительности плавильных печей на 20-30%.

УДК 621.74.042:546.521:673.3

*А. С. Затуловский, Е. В. Миронова, Е. А. Набока**Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев*

ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ ГЕТЕРОФАЗНЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ КОКИЛЯ

Широкое промышленное применение находят литые композиционные материалы (ЛКМ) на алюминиевой основе как конструкционные и функциональные сплавы. Преимущества их состоят в том, что они обладают высокой удельной прочностью, износостойкостью, а также некоторыми другими повышенными физико-механическими свойствами. ЛКМ получают с помощью технологий твердо-жидкофазного совмещения (пропитки, специальных методов литья). Центробежное литье – уникальный способ создания заготовок деталей со слоистой градиентной структурой, у которых за счет направленного осаждения частиц в жидкометаллической суспензии могут быть организованы поверхностные зоны (слои) с повышенной концентрацией

армирующих частиц [1-3]. Получение композитов методом центробежного литья с горизонтальной осью вращения дает возможность получать заготовки с дифференцированным распределением армирующих элементов по сечению отливки, благодаря одновременному заполнению металлом формы по всей длине отливки и отсутствия оседания частиц. Полученные детали имеют армированную наружную или внутреннюю поверхность (зону), в зависимости от соотношения плотности частиц и матричного сплава [4].

Для определения рациональных составов композитов на основе алюминия и выбора наиболее рациональных наполнителей был проведен расчет траектории движения различных армирующих частиц с различной плотностью при получении композитных заготовок методом центробежного литья. Установлено, что частицы бронзовой стружки, имеющие наибольшую плотность ($\rho=8820\text{кг/м}^3$) достигнут область наружной поверхности гораздо быстрее, чем частицы карбида кремния ($\rho=3200\text{кг/м}^3$) и каменного литья ($\rho=3000\text{кг/м}^3$), имеющие более низкую плотность, а частицы алюмосиликата ($\rho=2000\text{кг/м}^3$) будут оттеснены к внутренней поверхности отливки. В результате этого воздействия композиционные материалы армированные бронзовой стружкой будут иметь более плотный наружный слой, т.к. процесс пропитки будет происходить более полно.

Результаты расчетов подтверждает физическое моделирование процессов происходящих при центробежной заливке гетерогенных суспензий, полученных введением в воду частиц различной плотности. С увеличением скорости вращения формы во вращательное движение вовлекается все более толстый слой жидкости, часть которой под действием силы тяжести сползает обратно в ванну (т.н. дождевание). Лишь при скорости, соответствующей установившемуся режиму вращения, весь объем жидкости полностью вовлекается во вращательное движение, причем при вводе частиц бронзовой стружки данный режим вращения наблюдается уже при скорости вращения равной 550 об/мин, а при использовании полистирола только при 650 об/мин. Следовательно, пропитка бронзовой стружки будет начинаться раньше, чем других частиц имеющих более низкую плотность.

Проведенные расчеты и моделирование процесса центробежного литья дало возможность получить плотные литые композиционные отливки на основе алюминия армированные элементами бронзовой стружки и частицами каменного литья с наружным композитным слоем (4-5 мм) и равномерным их распределением по всей длине втулки.

Список литературы

1. С.С. Гусев, Д.Н. Лобков, С.С. Казачков Использование методов центробежного литья для получения изделий из композиционных материалов с упрочненной поверхностью // «Материаловедение». – 1999. – №5. – С. 50-53.
2. Эскин Г.И. и др. Устранение структурной неоднородности композитов на основе

алюминиевых сплавов с целью повышения их качества // Литейное производство. – 2001. – №9. – С. 2-8.

3. A. Dolata-Grosz и др. Struktura strefowa kompozytow AK12-Al₂O₃-AK12-SiC kształtowana w Prozesie odlewania odsrod kowedo // Kompozyty. – 2002. – №5. – С. 305-308.

4. J. Braszczyński. Lite kompozitni materially s kovovou matrici // Slevarcnstvi. 2004. – №6. – С. 209-212.

УДК 621.74.045

З. А. Ивченко, В. В. Лунёв

ОАО «Мотор Сич», Запорожский национальный технический университет, Запорожье

ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВ-ПРИМЕСЕЙ И РАЗМЕРА МИКРОЗЕРНА НА ПЛАСТИЧНЫЕ СВОЙСТВА ЛИТОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ5Л (ВТ5Л-МС)

подавляющее число отливок представляют собой поликристаллические тела, состоящие из кристаллов неправильной геометрической формы (макро- и микрözерен). Каждое зерно в отливке имеет свою индивидуальную пространственную ориентировку кристаллической решетки и в зависимости от условий роста – размер и границу. Размер макро- и микрözерен во многом предопределяет механические свойства литого металла. Применительно к титановому сплаву ВТ5Л (ВТ5Л-МС) установлено, что его пластические свойства при комнатной температуре тем выше, а предел текучести тем ниже, чем мельче зерно. В тоже время ударная вязкость зависит от размера зерна в значительно меньшей степени и практически не зависит от размера зерна предел прочности сплава на разрыв. Это объясняется тем, что в поликристаллическом теле по своим границам дезориентированные зёрна взаимодействуют между собой только в точках соприкосновения. Как результат, пространство между зёрнами представляет собой область шириной в несколько атомных диаметров в которой скапливаются вышедшие на поверхность дислокации. Определённая хаотичность в расположении атомов на границах зёрен приводит к понижению плотности вещества в поверхностном слое зёрен и межзёренном пространстве и, соответственно, повышенной концентрации примесей, понижающих поверхностную энергию кристаллов, нарушению стройности кристаллического строения самих зёрен.

Сплавы промышленной чистоты содержат определённое количество веществ-примесей, которые в той или иной степени оказывают влияние на механические свойства литого металла. Из числа веществ-примесей, обычно присутствующих в сплаве ВТ5Л (ВТ5Л-МС), с точки зрения объяснения