

где $E_{доб}$ – затраты энергии, связанные с нагревом и расплавлением химических добавок; $T_{п-пкон}$ – температура расплава, при превышении которой должна закончиться обработка на УТП; $T_{обр.нач.}$ – температура на начальном шаге решения задачи динамического программирования, $C_{расп}$ – удельная теплоемкость расплава.

С применением метода динамического программирования разработан алгоритм расчета оптимального энергетического режима на каждом этапе обработки металла на УТП. Установлено, что для минимизации расхода электрической энергии, нагрев металла должен производиться без промежуточных остановок, а время начала процесса нагрева должно выбираться таким образом, чтобы энергетический к.п.д. установки, зависящий от толщины шлака, на каждом шаге обработки был максимальным.

Литература

Малик А.А. Оснащение сталеплавильных цехов установками внепечной обработки стали / А.А. Малик, В.А. Уголков, В.Ю. Довгач // Электromеталлургия. - 2005. - №4. - С. 21-25.

Жаданос А.В. Оптимизация энергетического режима внепечной обработки колесной стали на основе математического моделирования / А.В. Жаданос, О.Н. Кукушкин // Теория и практика металлургии. - 2010. - № 3-4. - С. 37-43.

УДК 621.74.04

Н. О. Жижкина, Ю. І. Гутько, А. І. Малик

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,
Луганськ*

МОДИФІКУВАННЯ МАСИВНИХ ЧАВУННИХ ВИЛИВКІВ

Підвищення конкурентоздатності металопродукції можливо шляхом поліпшення її якості й зниження собівартості, що нерозривно пов'язане з експлуатаційною стійкістю й надійністю змінного металургійного встаткування (валків, кюмпельних піддонів й інше). Таке встаткування виготовляють із чавуну, що характеризується одночасно високим рівнем технологічних й експлуатаційних властивостей.

Досвід виробництва масивних валків [1] показує, що для одержання чавунних виливків необхідної якості змінюють технологічні параметри процесів плавлення, лиття й термічної обробки виробу. Застосування позапечного оброблення розплаву різними добавками, що модифікують, допомагає управляти процесом структуроутворення таких виливків. В якості основних модифікаторів застосовують магній і його лігатури, феросиліцій, силікобарій, алюміній, кальцій, стронцій, церій, РЗМ (Ce, Y, La) і інші компоненти. Одержання кулястих включень у структурі при найменшому серед модифікаторів змісті забезпечує магній.

Уводять такі добавки в ківш, в автономні проточні реактори, усередину форм. Разом з тим процес модифікування характеризується нестабільністю ефекту, що обумовлено його чутливістю до коагуляції, розчиненню, розподілу добавок в обсязі розплаву й залежить від ряду технологічних факторів: хімічного складу й температури розплаву, марки й фракції застосовуваного модифікатора, кількості оброблюваного металу, швидкості наповнення реакційної ємкості, методу оброблення [2].

В процесі кристалізації виливків з модифікованого чавуну утворюється кулястий графіт й одночасно збільшується дисперсність структури, що забезпечує одержання рівня міцностних і пластичних властивостей, що відповідає сталевим виробам. Установлено, що сферичні включення в таких чавунах перешкоджають поширенню тріщини, а, отже, підвищують здатність матеріалу витримувати більш високі зовнішні знакозмінні температурні й динамічні навантаження [2].

Вивчення кількісного взаємозв'язку між хімічним складом, структурою, товщиною вилівка й міцностними властивостями масивних виробів, що виготовляють із модифікованого чавуну, показали, що зміст Сзаг шляхом установлення кількості зв'язаного вуглецю визначає часткове співвідношення структурних складових металевої матриці, а, отже, міцностні характеристики чавуну. Так максимальним усередині досліджуваної групи виливків зна-

ченням міцності характеризується виріб з максимальним змістом вуглецю й мінімальним кремнію. У структурі таких виробів спостерігається найбільше серед досліджуваної групи кількість перліту в металевій матриці. Зміна ж їхнього рівня більш відчутно до коливань у змісті кремнію, що регулює кількість вільного графіту.

Разом з тим, на ефективність процесу модифікування чавунних виробів значний вплив робить ступінь чистоти розплаву від неметалічних включень, що вимагає додаткових досліджень. Тому робота в цьому напрямку триває.

Література

Виробництво та експлуатація листопрокатних валків / [Електронний ресурс] / Н. О. Жижкіна // Наукові вісті Дніпровського університету. – 2010. - № 1. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nvdu/2010_1/10zhnoelv.htm
Модифицирование литейных чугунов. Технология контроля над формой включений графита // Материалы фирмы Elkem ASA. - Осло: Elkem ASA, 2000. – 11 с.

УДК 621.745.5.06/.07:536.5

Л. Ф. Жуков, А. В. Богдан

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

ОДНОТЕМПЕРАТУРНЫЙ МЕТОД БЕСКОНТАКТНОЙ СПЕКТРАЛЬНО-КОМПЕНСАЦИОННОЙ МНОГОЦВЕТОВОЙ ПИРОМЕТРИИ ИЗЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

Известной проблемой современной во многих случаях безальтернативной для металлургии оптической пирометрии, является изменение в процессе измерений излучательной способности объекта (ϵ) и коэффициента пропускания промежуточной среды, приводящие к значительным методическим погрешностям пирометрических методов измерения температуры. При оптическом термодатировании большинства металлических сплавов спектральное распределение ϵ изменяется в процессе окисления металла, сохраняя при этом линейный или близкий к линейному характер.

Авторами разработан метод спектрально-компенсационной многоцветовой пирометрии излучения с усредненной оптимальной настройкой спектральных характеристик пирометрической системы. Метод обеспечивает снижение методических погрешностей оптического термодатирования за счет получения минимально возможного отклонения эквивалентной излучатель-

ной способности от единицы во всем диапазоне фактических изменений спектрального распределения ϵ . В том числе это достигается за счет минимизации эквивалентной длины волны при определении спектральных настроек многоцветовой пирометрической системы.

Например, при испытаниях метода в условиях термодатирования поверхности стальной заготовки под кристаллизатором ($T=1100-1350$ °С, $\epsilon=0,2-0,9$) погрешности метода находились в пределах от 2 до 7 °С. При этом погрешности классической одно- и двухцветовой пирометрии излучения превышали указанное максимальное значение в 13 и в 9 раз, соответственно.

УДК 621.745.5.06/.07:536.5

Л. Ф. Жуков, А. В. Богдан

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

СПЕКТРАЛЬНО-КОМПЕНСАЦИОННАЯ МНОГОЦВЕТОВАЯ ПИРОМЕТРИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ С ДИНАМИЧЕСКИМ ВВЕДЕНИЕМ ПОПРАВКИ

В результате проведенных ФТИМС НАНУ исследований авторами разработан метод бесконтактной спектрально-компенсационной многоцветовой оптической термометрии с динамическим введением поправки в результате измерений. Известно, что изменения излучательной способности термометрируемого объекта вносят значительную погрешность в результаты пирометрических измерений. Ее значения в температурном диапазоне 1300..1900 К при характерных для металлических сплавов изменениях спектрального распределения излучательной способности могут достигать 96 и 65 К для классических одно- и двухцветовых методов пирометрии.

Метод разработан на основе трехцветовой пирометрии – пирометрии двойного спектрального отношения. Доказано, что по относительным параметрам (ОП) получаемым по характеристической температуре, можно определить состояние излучающей поверхности объекта, а точнее изменения ее излучательных свойств. Величина (ОП) имеет однозначную связь с методической погрешностью температуры излучения, вызванной отклонением эквивалентной излучательной способности от 1. Эта информация дает возможность определять значение температурной поправки по априори рассчитанной градуировочной характеристике, и динамически корректировать результаты в процессе измерений, исключая тем самым влияние излучательных свойств объекта.

Например, при характерных для металлических сплавов изменениях излу-