

Кристаллизация образцов, обработанных в СВС режиме, сопровождается ростом интенсивности экзотермических пиков и расширением температурного диапазона кристаллизации с заметным смещением начала процесса в область более высоких температур.

Учитывая простоту реализации, отсутствие электроэнергетических затрат и высокую производительность метода СВС, а также возможность эффективного измельчения структуры и повышения прочностных характеристик силуминов, можно считать, что такой способ термической обработки имеет большой потенциал для практического использования.

### **Список литературы**

1. Концепция развития СВС как области научно-технического прогресса / Под ред. А.Г. Мержанова. – Черноголовка: Территория, 2003. – 368 с.
2. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: теория и практика / Под ред. А.Е. Сычева. – Черноголовка: Территория, 2001. – 432 с.

УДК 681.3/621.74

**В. П. Кравченко<sup>1</sup>, Е. В. Кравченко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

<sup>2</sup>МНУЦИТС МОН и НАН Украины

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

Классическая концепция планирования статистических экспериментов широко используется при решении многих прикладных задач. Однако, усложнение моделей, возникающих при исследовании процессов теплообмена при охлаждении отливки и их многообразии, приводит к необходимости исследовать задачи, выходящие, во многих случаях, за рамки классических подходов. Важным этапом процесса создания новых технологий производства металлических деталей, в частности, при регулировании охлаждения отливок в форме, являются экспериментальные исследования. Поэтому очевидно, что возникает необходимость в разработке математического обеспечения планируемого эксперимента. К тому же необходимо обеспечить

экспериментатора достаточно широким набором планов эксперимента [1]. Основная цель исследования должна заключаться в том, чтобы можно было оценить наиболее полно все разнообразие возможностей и тем самым способствовать выбору наилучшего плана действий по организации эксперимента. Такой подход предусматривает возможность проведения анализа чувствительности, если необходимо изучить чувствительность результатов эксперимента к принятым допущениям. Кроме того, планы эксперимента должны удовлетворять некоторому выбранному критерию оптимума. Кроме того, нужно рассмотреть возможность автоматизировать обработку результатов эксперимента и выдать рекомендации по оптимизации самого процесса проведения эксперимента. Рассмотрим структуру специализированного математического обеспечения планируемого эксперимента. Очевидно, что цель и задача конкретного экспериментального исследования процесса охлаждения должны быть отображены в постановке самой задачи при определении необходимых параметров отливки. В структуру специализированного математического обеспечения эксперимента должна входить программа обработки результатов эксперимента, которая даст возможность оценить эффективность влияния разнообразных факторов, определить наличие или отсутствие корреляционных связей и найти условия, при которых изучаемый процесс удовлетворяет критерию оптимума по различным параметрам. Вид математической модели, как обычно, можно определить уравнением регрессии [2],

$$E(T / \bar{r}) = F(\bar{r}, \bar{p}),$$

где  $E(T / \bar{r})$ , как обычно, уравнение, в которое входит среднее значение результатов измерения исходного параметра  $T$  (в данном случае температуры) в точке, которая определяется вектором  $r$  ( $r$  - вектор входных параметров),  $\bar{p}$  - вектор коэффициентов, которые нужно определить,  $F(\bar{r}, \bar{p})$  - функция, которая может быть как линейной, так и, в общем случае, нелинейной. При определении коэффициентов уравнения регрессии наиболее широко используется метод наименьших квадратов. Достоверность полученных значений этих коэффициентов можно проверить с помощью критерия Стьюдента. Проверку истинности гипотезы об адекватности математической модели и данных эксперимента, возможно, провести с помощью критерия Фишера. При проведении сложных натуральных экспериментов исследования регулируемого охлаждения конкретных отливок нужно стремиться к уменьшению общего числа экспериментов и к получению как можно большей информации от каждого отдельного эксперимента. В связи с этим, нужно создавать и широко исполь-

зовать информационные измерительные системы. Такие системы позволяют одновременно измерять различные параметры процесса и получать результаты измерений в различных формах. Таким образом, создание системы планируемого эксперимента, позволит автоматизировать проведение экспериментальных исследований в изучении теплофизического процесса охлаждения отливок, улучшить качество исследований и снизить материальные затраты за счет уменьшения срока исследования и получения технологических деталей нужного качества. Это будет способствовать созданию новых качественных образцов промышленных деталей.

### Список литературы

1. *Бережной Ю.И., Дервянко Л.П.* Автоматизация экспериментальных исследований при разработке горных машин. // Некоторые задачи прикладной динамики и устойчивости движения К., 1976 .-с. 130-133.

2. *Виноградский М.С., Лурье М.В.* Планирование эксперимента в технологических исследования .- К.: Техника, 1975 .- 168 с.

УДК 621.745

**С. В. Ладохин, Т. В. Лапшук, Н.И. Левицкий, Е. А. Дрозд**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

*Тел./факс.: 0444242350, e-mail: e\_luch@kiev.ptima.ua*

### **ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ГАРНИСАЖНОЙ ПЛАВКИ СЛОЖНОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ**

Последние годы характеризуются переходом к выплавке многокомпонентных титановых сплавов с содержанием 10 и более компонентов и в меньшей степени циркониевых сплавов, содержащих до 6-7 компонентов. Выплавка таких сплавов методом электронно-лучевой гарнисажной плавки (ЭЛГП) требует усовершенствования технологического процесса на всех его основных этапах, т.е. подготовки оборудования к плавке, подготовки шихты, обеспечения приемлемого порядка завалки шихтовых материалов в тигель, проведения собственно плавки.

Что касается подготовки оборудования, то на этом этапе в связи со стремлением более широкого использования в качестве шихтовых материалов губки и отхо-