

печи и др.) могут существенно изменяться. При этом большинство параметров, характеризующих динамику металлургического процесса плавки, объективно труднодоступны для оперативного контроля. В процессе контроля свойств сплава (выходных параметров системы) по данным термического анализа осуществляется измерение только температурно-временной зависимости затвердевающей пробы расплава (входные данные), при этом система контроля должна с высокой степенью надежности обеспечивать оценку свойств сплава из доступных для измерения данных.

В настоящей работе выполнен анализ методологии контроля металлургических процессов плавки алюминиевых сплавов с использованием данных термического анализа с помощью программно-измерительного микропроцессорного комплекса, обеспечивающего функции хранения и обработки данных.

Отбор проб расплава осуществляется в разовые измерительные ячейки (стаканчики) либо постоянные технологические пробоотборники. Комплекс оснащен необходимыми программами обработки данных, в том числе определения температур фазовых превращений, расчета объемной доли твердой фазы, анализа тепловых эффектов при кристаллизации сплавов, и может быть использован для экспрессного контроля степени модифицирования сплава (алюминиевых сплавов, чугуна) в процессе плавки, а также для определения основных элементов химического состава.

УДК 621.746

### **Термический анализ как метод исследования физико-химических процессов кристаллизации сплавов**

Студенты гр. 104119 Ермола М.А., Дик А.Б.  
Научные руководители – Арабей А.В., Рафальский И.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Термический анализ (далее ТА) является высокочувствительным методом измерения теплофизических характеристик металлов и сплавов и широко используется в металлургии. ТА основан на записи значений температуры через определенные промежутки времени во время процесса кристаллизации расплава, что позволяет строить кривые охлаждения (графики изменения температуры во времени для образцов сплавов) и использовать для определения температур фазовых и структурных превращений, построения фазовых диаграмм, а также для анализа и классификации сплава. Температурные остановки, происходящие, например, при прохождении интервала кристаллизации образца, а также значения скорости охлаждения на различных стадиях процесса кристаллизации, можно использовать при изучении и количественном измерении теплофизических, термодинамических характеристик исследуемых материалов, а также для классификации сплава и прогнозирования его поведения при заливке в формы.

Достоинствами метода ТА являются сравнительно низкие материальные затраты на оборудование, отсутствие жестких требований на подготовку исследуемого сплава к анализу. Отбор проб для контроля качества промышленных сплавов методом ТА осуществляется с использованием как правило, «наливных» проб расплава, извлеченного из плавильной печи. Применение микропроцессорной и компьютерной техники для обработки данных ТА позволяет значительно облегчить проведение обработки и анализа результатов эксперимента, повысить точность и скорость определения температур фазовых превращений, увеличить наглядность представления результатов.

Необходимо отметить, что из-за различия в режимах плавки, модифицирующей и рафинирующей обработки температуры фазовых превращений в сплавах одинакового

химического состава могут отличаться на значительную величину (до 10 и более градусов), что в свою очередь повышает риск неконтролируемого хода процесса кристаллизации отливок и образования дефектов. Следовательно, использование только химического анализа как средства контроля качества сплава не может рассматриваться в качестве достаточного метода контроля технологического процесса плавки.

Современные программы компьютерного моделирования в большинстве случаев способны адекватно описывать сложные физико-химические процессы, происходящие при заполнении расплавом формы, кристаллизации сплава и его дальнейшего охлаждения. Тем не менее, адекватные компьютерные модели могут быть получены только при задании достоверных теплофизических параметров сплава. Эта задача решается путем использования в системах компьютерного моделирования литейных процессов результатов обработки данных ТА.

УДК 621.746

### **Анализ методики проведения термического анализа сплавов системы Al-Si**

Студенты гр. 104118 Розенберг Е.В., гр. 104119 Казак А.Ю.

Научные руководители – Арабей А.В., Довнар Г.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Переход металла из жидкого в твердое состояние (кристаллизация) протекает в условиях, когда система переходит к термодинамически более устойчивому состоянию с меньшей свободной энергией. Метод термического анализа основан на том, что фазовые превращения сопровождаются тепловыми эффектами и на кривых, построенных в координатах «температура – время», наблюдаются перегибы или горизонтальные участки – критические точки.

В настоящей работе исследования процесса кристаллизации литейных алюминиевых сплавов проводились с помощью стандартной методики термического анализа по кривой охлаждения пробы расплава с использованием разработанной в Белорусском национальном техническом университете микропроцессорной системы термического анализа, внешний вид которой приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид микропроцессорной системы термического анализа металлов и сплавов