

## Термический анализ как метод контроля качества сплавов

Студенты: гр. 10405116 Вдовин И.М., гр. 10405118 Кулаковская Я.С.

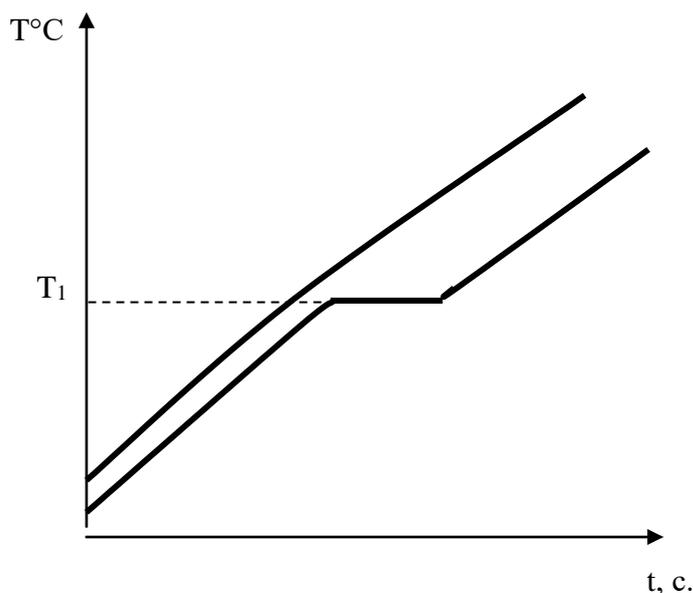
Научный руководитель – Арабей А.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Термический анализ – одна из отраслей физико-химического анализа. Термический – значит связанный с тепловой энергией. В свою очередь тепловая энергия вещества – кинетическая энергия теплового движения. Закономерности тепловой энергии изучает термодинамика.

Суть термического анализ заключается в определении температур начала превращений на основании наблюдений за изменением температуры в процессе нагрева или охлаждения чистого металла или его сплавов. Непосредственные требования практической металлургии являлись причиной возникновения термического метода исследования металлов.

Метод кривых нагрева и охлаждения заключается в том, что образец исследуемого материала помещается в печь, которая постепенно нагревается и обеспечивает постоянный подвод тепла к образцу, при этом ведется запись графика зависимости температуры образца от времени (термограммы) [1]. Если в веществе не происходят структурные или фазовые превращения, то получается монотонная кривая (кривая 1 на рисунке 1).



1 – нет превращений; 2 – превращение первого рода при температуре  $T_1$

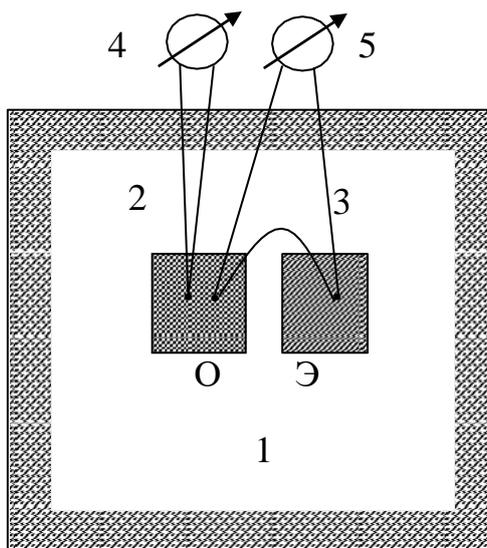
Рисунок 1 – Термограммы нагрева

Если же в образце при некоторой температуре  $T_1$  происходит какое-либо превращение с выделением или поглощением тепла, монотонность кривой нагрева нарушится, на ней появятся особые точки. Например, процесс плавления однокомпонентного вещества сопровождается образованием на кривой нагрева горизонтального участка (кривая 2 на рисунке 1), так как плавление происходит при постоянной температуре.

Метод кривых охлаждения и нагрева является простым методом термического анализа и имеет невысокую чувствительность. При малом удельном тепловом эффекте на единицу массы или при небольшом количестве превращающейся фазы перегибы на термических кри-

вых, соответствующих превращению, становятся едва заметными, в следствии чего такие превращения могут быть и не обнаружены. Гораздо большей чувствительностью обладает дифференциальный термический анализ (далее – ДТА) [2, 3].

Согласно ДТА нагревание (охлаждение) исследуемого объекта ведут вместе и в одних и тех же условиях с веществом – эталоном, которое в условиях опыта не имеет превращений (рисунок 2). Регистрация температуры в этом методе осуществляется при помощи трех термопар: одна из них измеряет температуру образца (или печи), две другие включены по так называемой «дифференциальной схеме» навстречу друг. Они погружаются в сосуды с веществом-эталонном и исследуемым веществом и одновременно помещаются в отверстие блокадержателя пробы. По возможности соблюдается идентичность размеров, формы и массы эталона и образца, плотность их упаковки, положение спаев термопар в эталоне и образце [2, 3].

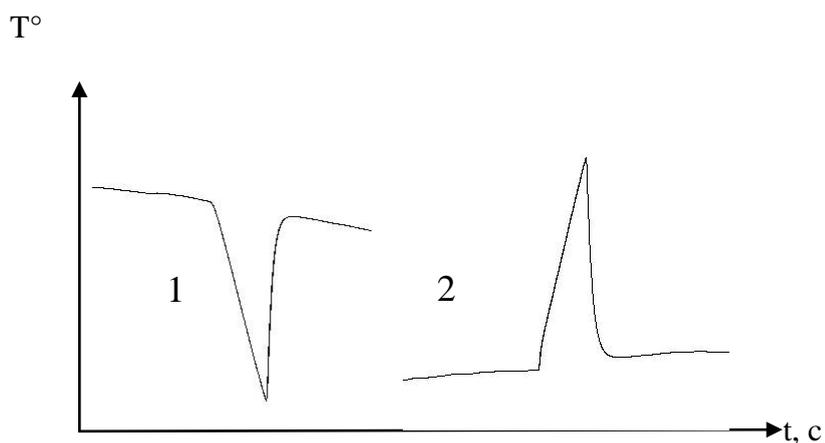


1 – печь; 2 – обычная термопара,  
3 – дифференциальная термопара; 4 и 5 – измерительные приборы;  
О – исследуемый образец; Э – эталон  
Рисунок 2 – схема ДТА

Если температуру печи равномерно увеличивать, то по такому же режиму будет повышаться температура пробы и инертного вещества, при этом токи двух термопар будут компенсировать друг друга, пока в испытуемом образце не начнется реакция. С этого момента прекращается равномерное повышение температуры испытуемого образца. Разность потенциалов между полюсами первой термопары (термопары с образцом) остается неизменной или же начнет повышаться более быстрыми темпами. Так как эта разность уже не может компенсироваться равномерно увеличивающимся напряжением второй пары, измерительный прибор дает показания, соответствующие величине разности температур. В результате на кривой ДТА появляется пик, направление которого указывает, является ли реакция эндотермической (вниз – кривая 1 на рисунке 3) или экзотермической (вверх – кривая 2 на рисунке 3).

Метод ДТА позволяет получить кроме температур превращений и другие количественные характеристики этих превращений (фазового состава, теплоты реакций и т.п.). Термический анализ широко применяется при изучении сплавов. ДТА применяют для построения фазовых диаграмм состояния многокомпонентных систем, для качественной оценки образцов, например, при сравнении разных партий сырья [1-3].

Достоинствами метода ДТА являются достаточно низкие материальные затраты на оборудование, отсутствие жестких требований на подготовку исследуемого сплава к анализу.



1 – Эндотермический переход; 2 – Экзотермический переход  
 Рисунок 3 – Дифференциальная термограмма при наличии фазового перехода

### Список использованных источников

1. Термический анализ. Ч. 1: Методы термического анализа В. И. Ивлев, Н. Е. Фомин, В.А. Юдин [и др.] – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – 44 с.
2. Альмяшев В. И., Гусаров В. В. Термические методы анализа: Учеб. пособие/ А 57 СПбГЭТУ (ЛЭТИ). – СПб., 1999. – 40 с.
3. Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: Учебное пособие для студентов металлургических специальностей. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 157 с.