

ЭФФЕКТ БАРКГАУЗЕНА В АМОРФНОМ СПЛАВЕ 2НСР

О. В. Расторгуева

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

Аморфные металлические сплавы на основе железа и кобальта обладают специфическими ферромагнитными характеристиками, привлекательными с фундаментальной и прикладной точек зрения. В качестве объекта исследования выбран аморфный сплав 2НСР (Fe₇₈B₁₂Si₉Ni₁). Исследуемые образцы получены методом спиннингования. Это способ получения аморфных металлических сплавов в виде тонких лент путем сверхбыстрого (со скоростью $> 10^6$ К·сек⁻¹) охлаждения расплава на поверхности вращающегося холодного диска или барабана.

Исследование эффекта Баркгаузена в аморфных материалах носит фрагментарный характер, не позволяющий установить некоторые общие закономерности влияния термической предыстории на магнитные характеристики.

Целью данной работы является изучение магнитных свойств аморфного сплава 2НСР с помощью эффекта Баркгаузена вблизи точки фазового перехода.

Регистрацию скачков Баркгаузена осуществляли с помощью специального аппаратного комплекса, в котором накладной электромагнит создавал магнитное поле в объеме образца с амплитудой 100 А/м. Датчик (чувствительный элемент) представлял собой измерительную катушку, фиксирующую электродвижущую силу, которая вызвана изменением магнитного потока. Частота переключения магнитного поля составляла 50 Гц.

В данной работе дифференциальный сканирующий калориметрический (ДСК) анализ [1] реализован с использованием прибора STA 449 C Jupiter в атмосфере аргона под вакуумом $10^{-2} - 10^{-3}$ мм. рт. ст. со скоростью нагрева 10 °С/мин. В качестве эталона использовалась керамическая тигля. Обработка экспериментальных данных проведена с применением пакета Proteus Analysis. Методом ДСК была определена температура фазового превращения исследуемого аморфного сплава (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что имеется два этапа кристаллизации сплава. Кристаллизация протекает в интервале температур от 520 °С до 550 °С. Первой стадией кристаллизации может быть выделение мелких нанокристаллов промежуточных метастабильных фаз, а второй стадией образование непосредственно нанокристаллического состояния. Вид этой зависимости очень похож на тот, который наблюдался в других исследованиях. Таким образом, обнаружена температурная область, при которой происходит кристаллизация аморфного сплава 2НСР.

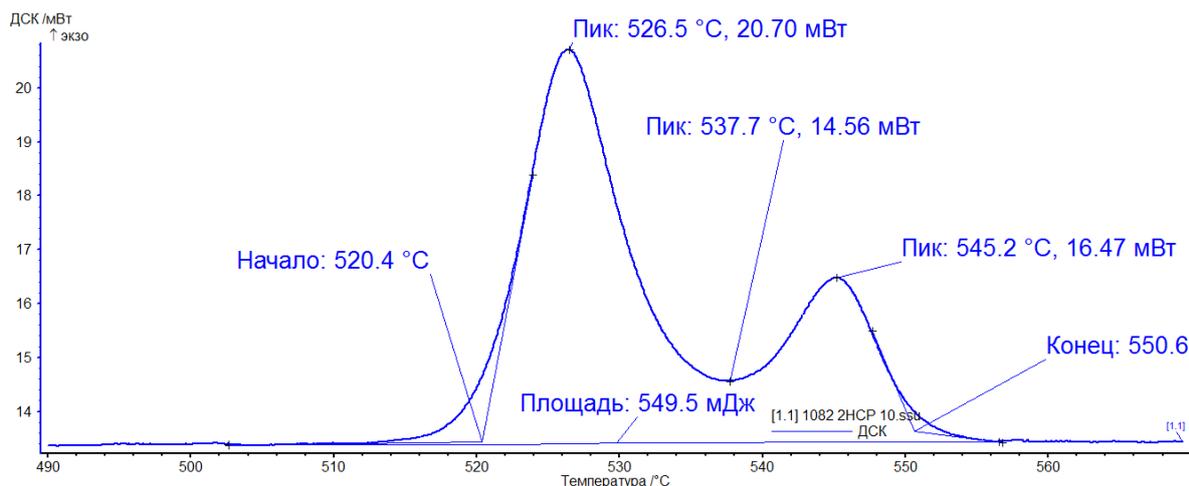


Рис. 1. ДСК кривая аморфного сплава 2HCP

Для исследования магнитных свойств вблизи обнаруженной температуры кристаллизации с помощью эффекта Баркгаузена образцы нагревали в атмосфере воздуха в диапазоне температур 450–650 °С с интервалом 50 °С с выдержкой в течение 3 минут. Скорость нагрева сплава была порядка (300÷400) °С/мин. В результате обработки экспериментальных данных была получена зависимость числа скачков Баркгаузена от температуры отжига сплава 2HCP (рис. 2).

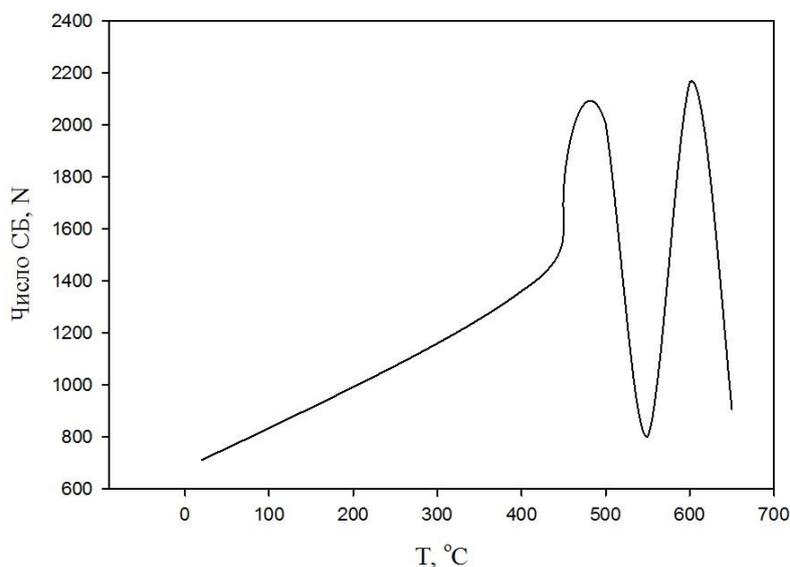


Рис. 2. Зависимость числа скачков Баркгаузена от температуры отжига аморфного сплава 2HCP

Из полученных результатов видно, что есть температурная область (вблизи 550 °С), в которой число скачков резко уменьшается, однако, остается на уровне сравнимым с тем, который наблюдается при более низких температурах отжига.

Сопоставление данных с результатами ДСК показывают, что изменения лежат в интервале температур близких к температуре кристаллизации

аморфного сплава. При температурном нагреве на поверхности образцов образуется большое число центров кристаллизации (нанокристаллических частиц размером 10-20 нм). Предполагается, что эти нанокристаллические частицы являются неким «барьером» [2], который проявляется как провал по числу скачков в области кристаллизации при изучении эффекта Баркгаузена.

В настоящей работе с использованием оригинальной методики исследовано влияние термической предыстории на характеристики скачков Баркгаузена аморфного сплава 2НСР. Обнаружена немонотонная зависимость числа скачков Баркгаузена от температуры отжига вблизи фазового перехода.

Список литературы

1. *Спивак Л. В., Ратт А. В.* Дифференциальный калориметрический анализ и термограмметрия при фазовых переходах в конденсированных средах: учеб.-метод. пособие; Перм. гос. ун-т. Пермь, 2007. 88 с.
2. *Гусев А. И.* Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 200 с.