



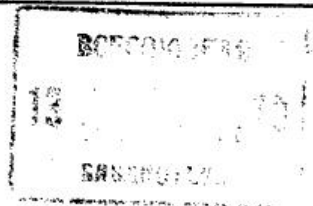
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1267310** **A1**

(SD) 4 G 01 R 33/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3881940/24-21  
(22) 09.04.85  
(46) 30.10.86. Бюл. № 40  
(71) Украинский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт металлов  
(72) В. А. Дубров, Т. С. Скобло, А. И. Кострыкина и А. В. Шапаренко  
(53) 621.317.44(088.8)  
(56) Нагибин В. М. Особенности термомангнитных свойств эвтектоидного и эвтектического цементита. Известия ВУЗов. ЧМ, 1982, № 6, с. 92-94.

Чечерников В. И. Магнитные измерения, Изд-во МГУ, 1969, с. 113-115.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧКИ КЮРИ ДИСПЕРСНОЙ ФЕРРОМАГНИТНОЙ ФАЗЫ В ГЕТЕРОГЕННОМ ФЕРРОМАГНИТНОМ МАТЕРИАЛЕ

(57) Изобретение относится к области измерительной техники. Может быть использовано при определении точек Кюри отдельных фаз в ферромагнитных сплавах с двумя и более фазами, одна из которых является матричной с более высокой точкой Кюри. Цель изобретения - повышение точности способа. Предлагаемый способ заключается в следующем. Образец гетерогенного фер-

ромагнитного материала намагничивают при комнатной температуре, затем нагревают его и в процессе нагрева измеряют остаточную намагниченность. Достижение цели осуществляется за счет того, что образец повторно намагничивают, затем охлаждают до комнатной температуры и измеряют остаточную намагниченность в процессе охлаждения. Точку Кюри дисперсной ферромагнитной фазы и температуру окончания нагрева образца определяют, исходя из значений - температуры начала спада остаточной намагниченности образца в процессе охлаждения, точки Кюри матричной фазы гетерогенного ферромагнитного материала и температуры окончания спада остаточной намагниченности образца в процессе нагрева. Таким образом, в результате того, что уровень остаточной намагниченности практически не изменяется в процессе повторного намагничивания при снижении температуры, температура начала резкого спада остаточной намагниченности выявляется очень четко, что обуславливает повышение точности ее определения. 2 ил.

(19) **SU** (11) **1267310** **A1**

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения точек Кюри отдельных фаз в ферромагнитных сплавах с двумя и более фазами, одна из которых является матричной с более высокой точкой Кюри.

Целью изобретения является повышение точности способа за счет исключения погрешности, обусловленной температурными изменениями намагниченности доменов матричной фазы, релаксацией внутренних напряжений и других процессов, происходящих в гетерогенном материале при нагреве.

На фиг. 1 представлена зависимость остаточной намагниченности образца от температуры, поясняющая осуществление способа; на фиг. 2 - та же зависимость для низколегированной стали 10Г2С1Д.

Способ осуществляют следующим образом.

Образец гетерогенного сплава намагничивают при комнатной температуре  $T_1$ , затем его нагревают (в отсутствие приложенного поля) и измеряют в процессе нагрева остаточную намагниченность  $I_d$  (фиг. 1, кривая 1). При температуре  $T_H$ , которая выше температуры  $T_C$  окончания резкого спада остаточной намагниченности, но ниже точки Кюри матричной фазы  $\theta_n$ , образец повторно намагничивают.

Превышение температуры повторного намагничивания  $T_H$  над температурой окончания резкого спада остаточной намагниченности при нагреве  $T_C$ , которая представляет собой ориентировочное значение точки Кюри дисперсной фазы, составляет 50-100°C. Такое превышение обеспечивает намагничивание образца при температуре выше точки Кюри дисперсной фазы.

Затем повторно намагниченный образец охлаждают (также в отсутствие приложенного поля) и измеряют остаточную намагниченность в процессе охлаждения (фиг. 1, кривая 2). Точку Кюри дисперсной ферромагнитной фазы  $\theta_d$  определяют по температуре  $T_{nc}$  начала резкого спада остаточной намагниченности при охлаждении образца.

Выявление температур окончания резкого спада остаточной намагниченности при нагреве и начала резкого спада остаточной намагниченности при

охлаждении может производиться по записанным с помощью двухкоординатного потенциометра кривым зависимости остаточной намагниченности от температуры. При этом для измерения остаточной намагниченности образца можно использовать феррозонд.

Так, например, для определения точки Кюри дисперсной карбидной фазы (легированного цемента  $(Fe, Me)_3C$  в низколегированной стали 10Г2С1Д с содержанием, %: С 0,09; Мн 1,50; Si 0,95; Cu 0,04) образец этой стали (2x2x50 мм) с приваренной к нему хромельалюмелевой термопарой помещали в фарфоровую трубку ( $\phi$  10x2 мм, длина 275 мм) и намагничивали с помощью электромагнита при 20°C до насыщения. Затем трубку с образцом нагревали в трубчатой электропечи с бифилярной обмоткой со скоростью 10°/мин. В процессе нагрева трубку с образцом периодически вынимали из печи и помещали в измерительную катушку (200 витков) для измерения с помощью баллистического гальванометра остаточной намагниченности образца в относительных единицах (деления шкалы гальванометра). При этом строили зависимость остаточной намагниченности от температуры (фиг. 2, кривая 3) и выявляли температуру окончания резкого спада, которая составила 140°C. При температуре 240°C, которая выше на 100°C температуры окончания резкого спада остаточной намагниченности, но ниже точки Кюри матричной фазы -  $\alpha$ -железа - 768°C, образец повторно намагничивали, выключали печь и в процессе охлаждения образца со скоростью 10°/мин периодически измеряли его остаточную намагниченность. По измеренным значениям строили зависимость остаточной намагниченности от температуры при охлаждении (фиг. 2, кривая 4) и выявляли температуру начала резкого спада остаточной намагниченности (точку Кюри легированного марганцем и кремнием цементита), которая составила 155°C. Количество этого цементита при указанном содержании углерода в стали (0,09%) составляет 1,4%.

Относительная погрешность определения точки Кюри дисперсной фазы по предлагаемому способу составляет 1,5%.

Температура окончания резкого спада остаточной намагниченности при нагреве образца, равная 140°C, представляет собой ориентировочное значение точки Кюри.

Повторное намагничивание образца при температуре выше температуры окончания резкого спада остаточной намагниченности при нагреве, но ниже точки Кюри матричной фазы позволяет получить такую магнитную структуру образца, которая обеспечивает повышенную устойчивость остаточной намагниченности при охлаждении до начала магнитного превращения дисперсной фазы. Это обусловлено тем, что частицы дисперсной фазы в парамагнитном состоянии более эффективно, чем в ферромагнитном состоянии, препятствуют смещению доменных границ матричной фазы. Так как частицы дисперсной фазы в парамагнитном состоянии проявляют себя как полости в матричной фазе, то магнитное поле в объеме этих частиц (поле внутреннего рассеяния) по направлению противоположно остаточной намагниченности матричной фазы. Поэтому при охлаждении образца ниже точки Кюри дисперсной фазы частицы этой фазы намагничиваются в направлении, противоположном направлению остаточной намагниченности матричной фазы. В результате этого происходит резкое снижение остаточной намагниченности образца. Так как уровень остаточной напряженности повторно намагниченного образца почти не изменяется при снижении температуры до начала температуры магнитного превращения дисперсной фазы, то температура начала резкого спада остаточной намагниченности, вызванного магнитным превращением дисперсной фазы (точка Кюри), выявляется очень четко, в результате чего повышается точность ее определения.

Таким образом, предлагаемый способ обеспечивает определение точки Кюри дисперсной ферромагнитной фазы при незначительном ее содержании (0,5-5%) в гетерогенном сплаве с точностью не ниже 1,5%. Кроме того, повышается достоверность определения точки Кюри, так как магнитное превра-

щение дисперсной фазы фиксируется дважды: при нагреве и охлаждении, в результате чего исключаются возможные случаи неправильной интерпретации спада остаточной намагниченности образца.

Это позволит осуществлять термомангнитный анализ карбидной и нитридной фаз в низкоуглеродистых и низколегированных сталях, а также в технически чистом железе после различных режимов термической обработки и пластической деформации, что способствует совершенствованию упрочняющих видов термической и термомеханической обработок этих материалов.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения точки Кюри дисперсной ферромагнитной фазы в гетерогенном ферромагнитном материале, включающий намагничивание образца гетерогенного ферромагнитного материала при комнатной температуре, последующий нагрев и измерение остаточной намагниченности образца в процессе нагрева, с т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности способа, после нагрева образец повторно намагничивают, охлаждают до комнатной температуры и измеряют остаточную намагниченность в процессе охлаждения, при этом точку Кюри дисперсной ферромагнитной фазы, а также температуру окончания нагрева образца определяют из соотношений

$$\Theta_D = T_{кс}; \\ T_c < T_n < \Theta_m,$$

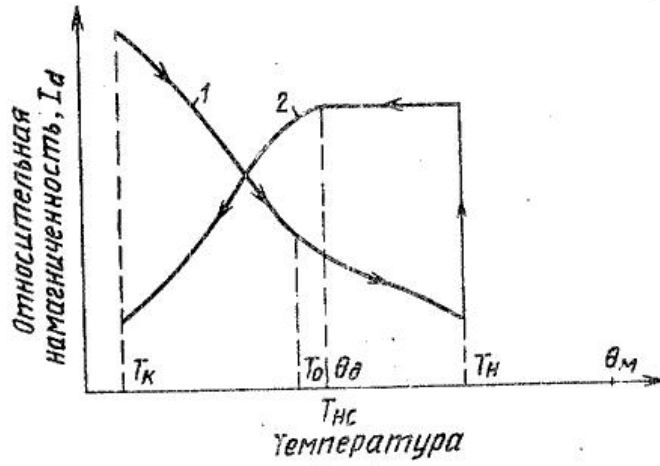
где  $\Theta_D$  - точка Кюри дисперсной ферромагнитной фазы;

$T_{кс}$  - температура начала спада остаточной намагниченности образца в процессе охлаждения;

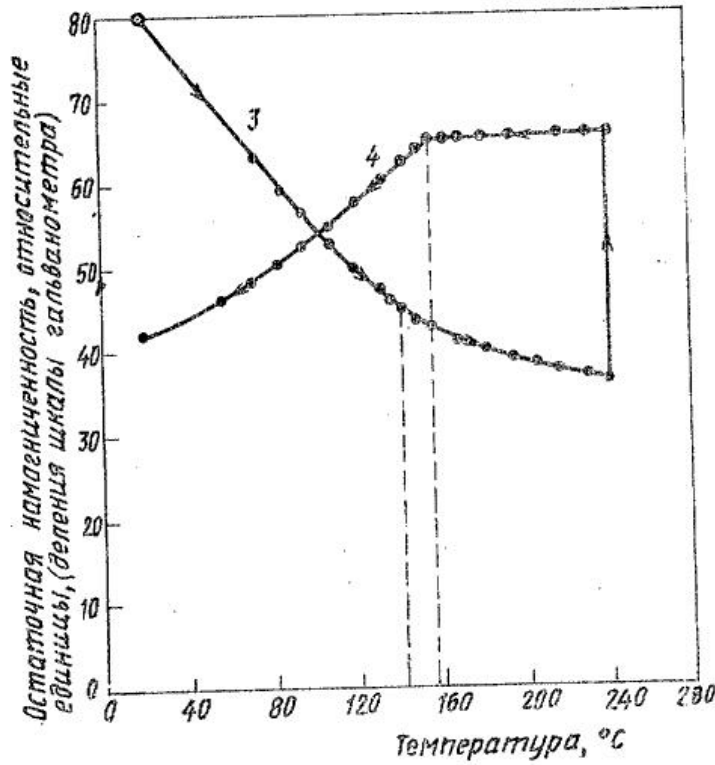
$\Theta_m$  - точка Кюри матричной фазы гетерогенного ферромагнитного материала;

$T_c$  - температура окончания спада остаточной намагниченности образца в процессе нагрева;

$T_n$  - температура окончания нагрева.



Фиг.1



Фиг.2

Редактор Л. Повхан  
 Составитель С. Шумилинская  
 Техред И. Попович      Корректор А. Обручар

Заказ 5768/42      Тираж 728      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4