ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71294— 2024

ФЕРРИТЫ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НИХ

Метод измерения намагниченности насыщения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт «Электронстандарт» (АО «РНИИ «Электронстандарт»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 303 «Электронная компонентная база, материалы и оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 июня 2024 г. № 713-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕРРИТЫ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НИХ

Метод измерения намагниченности насыщения

Microwave ferrite devices and products made of them.
Method of measuring saturation magnetization

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на ферриты сверхвысокочастотного диапазона (СВЧ), а также на изделия из них и устанавливает косвенный метод измерения намагниченности насыщения по данным измерения магнитного момента намагниченного до насыщения образца, его массы и плотности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.315 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения

ГОСТ 1494 Электротехника. Буквенные обозначения основных величин

ГОСТ 7262 Провода медные, изолированные лаком ВЛ-931. Технические условия

ГОСТ 19693 Материалы магнитные. Термины и определения

ГОСТ 22261 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ Р 55878 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный. Технические условия

ГОСТ Р 71293 Ферриты сверхвысокочастотного диапазона и изделия из них. Методы измерения кажущейся плотности

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 19693, ГОСТ 1494.

Издание официальное

4 Измерение магнитного момента

4.1 Принцип и условия измерений

4.1.1 Магнитный момент измеряют вибрационным методом, путем получения сигнала измерительной информации в неподвижных измерительных катушках при вибрации образца в постоянном магнитном поле.

4.1.2 Магнитный момент следует измерять в следующих климатических условиях, если другие условия не установлены в технических условиях (ТУ) на конкретные изделия из ферритов:

- температура окружающего воздуха от 18 °С до 28 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.);

При температуре выше 30 °С относительная влажность не должна быть более 70 %.

4.1.3 Измерения проводят при постоянном магнитном поле напряженностью (600 ± 200) кА/м.

4.2 Аппаратура

4.2.1 Измерение магнитного момента проводят на установке, электрическая структурная схема которой приведена на рисунке 1.

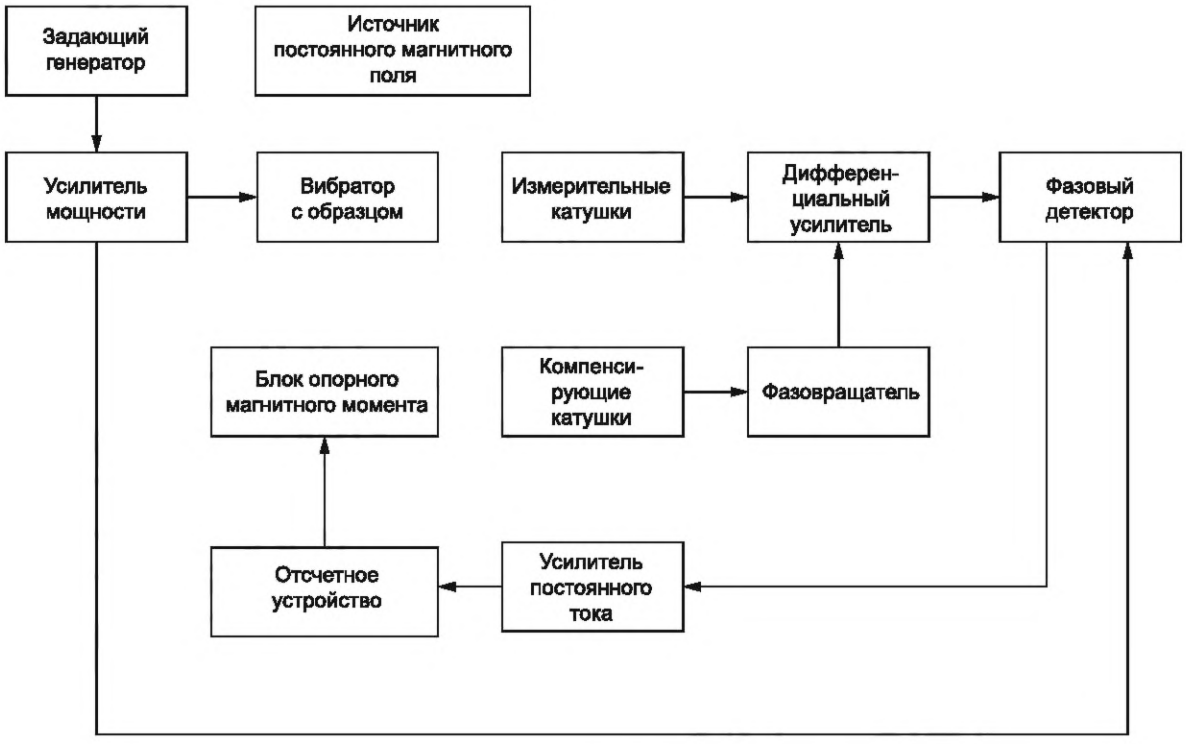
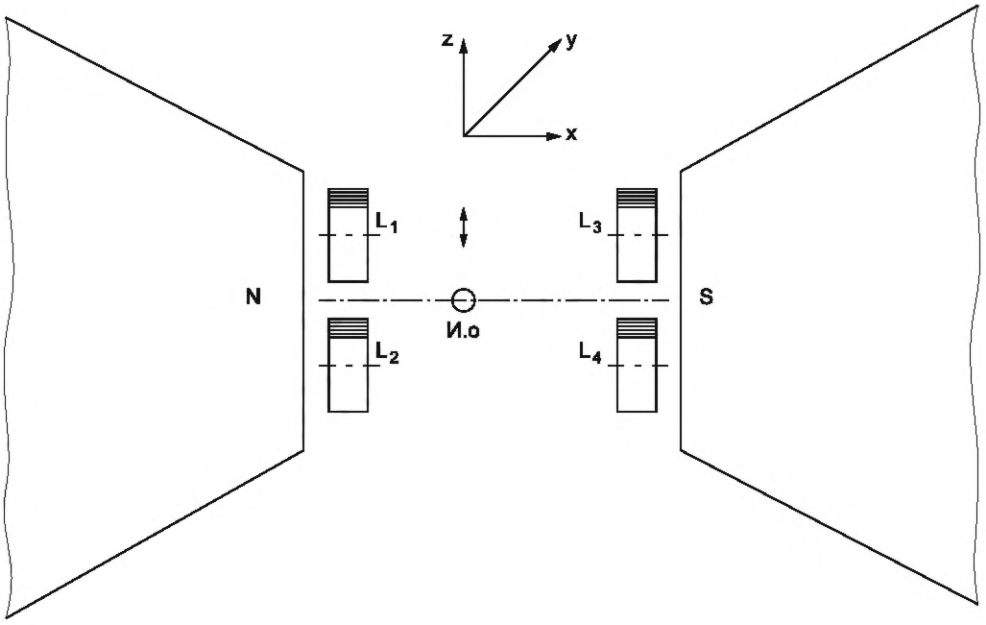


Рисунок 1

4.2.2 Источником постоянного магнитного поля должен быть постоянный магнит или электромагнит (далее — магнит), в зазоре которого обеспечивается заданное постоянное магнитное поле.

4.2.3 Измерительные и компенсирующие катушки должны иметь одинаковую конструкцию и одинаковое число витков. Катушки должны иметь от 10^2 до 10^4 витков обмотки проводом ПЭВ-2 диаметром от 0,1 до 0,3 мм по ГОСТ 7262. Измерительные катушки должны быть жестко закреплены в зазоре магнита, а компенсирующие катушки — вне зазора магнита на расстоянии не менее 250 мм от места расположения измеряемого образца (далее — образец). Схема расположения измерительных катушек приведена на рисунке 2.

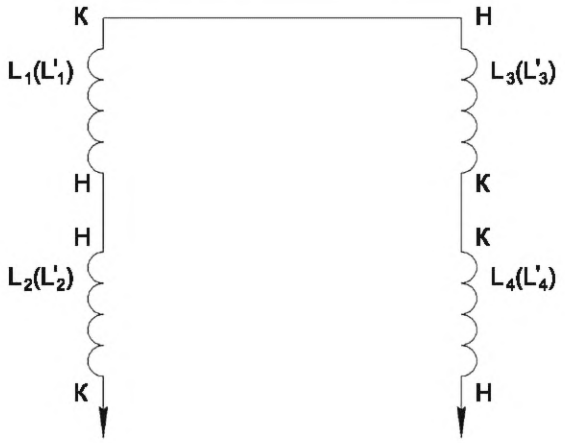
Оси измерительных и комплектующих катушек должны быть перпендикулярны к плоскости полюсов магнита; допустимое отклонение от перпендикулярности — в пределах ±3 °С.



N и S — полюса магнита; L_1, L_2, L_3, L_4 — измерительные катушки; И.о — измеряемый образец;
↕ — направление вибрации измеряемого образца

Рисунок 2

Все катушки располагают парами симметрично относительно положения образца. Электрическая схема соединения измерительных и компенсирующих катушек приведена на рисунке 3.



L_1, L_2, L_3, L_4, L'_1, L'_2, L'_3, L'_4 — измерительные или компенсирующие катушки;
Н и К — начало и конец обмоток катушек соответственно

Рисунок 3

4.2.4 Вибратор должен обеспечивать вибрацию образца в направлении, указанном на рисунке 2, с фиксированной частотой, находящейся в пределах от 20 до 500 Гц, и амплитудой вибрации от 0,05 до 0,50 мм.

Образец следует устанавливать в зоне, обеспечивающей максимальную чувствительность катушек к изменению потокосцепления намагниченного образца по осям *z* и *y* и минимальную чувствительность по оси *x*.

Направление осей показано на рисунке 2.

Указанное положение образца следует выбирать экспериментально при настройке установки по показанию отсчетного устройства и воспроизводить при установке образца во время измерений с по-

грешностью не более 0,1 мм. Образец следует жестко устанавливать на вибрирующем немагнитном штоке вибратора. Расстояние от образца до измерительных катушек рекомендуется выбирать в пределах от 5 до 25 мм.

4.2.5 Блок опорного магнитного момента должен состоять из бескаркасной катушки индуктивности и подключенного к ней источника постоянного тока для установки нулевых показаний на отсчетном устройстве. На обмотку катушки индуктивности подают сигнал с фазового детектора, усиленный усилителем постоянного тока.

Катушка индуктивности должна иметь наружный диаметр от 7 до 10 мм, внутренний диаметр от 0,5 до 1,5 мм, длину от 7 до 10 мм. Обмотку следует наносить проводом ПЭВ-2 диаметром от 0,05 до 0,10 мм по ГОСТ 7262, количество витков — от 500 до 2000.

Катушку индуктивности блока опорного магнитного момента прикрепляют к штоку вибратора таким образом, чтобы ось катушки была перпендикулярна к плоскости витков компенсирующих катушек; допустимое отклонение от перпендикулярности должно находиться в пределах ±3°. Положение катушки индуктивности определяют перемещением ее относительно компенсирующих катушек по минимальному показанию отсчетного устройства. Перемещение осуществляют при установленном на штоке вибратора образце.

4.2.6 Задающий генератор должен обеспечивать частоту сигналов от 20 до 500 Гц. Нестабильность частоты генератора не должна быть хуже ±0,05 %.

4.2.7 Усилитель мощности должен обеспечивать мощность на нагрузке от 5 до 15 Ом в пределах от 3 до 20 Вт. Нестабильность мощности на выходе усилителя мощности не должна быть хуже ±0,3 %.

4.2.8 Дифференциальный усилитель должен иметь:

- ширину полосы пропускания не более 3 % от значения частоты вибрации, установленной в 4.2.4;
- коэффициент передачи от 10^4 до 10^6.

Временная нестабильность коэффициента передачи не должна быть более 10^{-2} 1/ч, температурная нестабильность коэффициента передачи не должна быть более 10^{-3} 1/°С.

4.2.9 Фазовращатель должен обеспечивать сдвиг фазы входного сигнала на угол $\varphi = 90°$.

4.2.10 Усилитель постоянного тока должен иметь коэффициент передачи в пределах от 10 до 100. Временная нестабильность коэффициента передачи не должна быть более 10^{-2} 1/ч, температурная нестабильность коэффициента передачи не должна быть более 10^{-3} 1/°С.

4.2.11 Фазовый детектор не должен иметь временную нестабильность более 10^{-2} 1/ч, температурную нестабильность — более 10^{-3} 1/°С.

4.2.12 Отсчетным устройством должны быть цифровые миллиамперметры или цифровые вольтметры совместно с образцовыми сопротивлениями, обеспечивающими измерение напряжения или тока с погрешностью в пределах ±0,2 %.

4.2.13 Допускается применение схем уравновешивания сигналов измерительной информации, отличных от приведенной в настоящем стандарте, если при этом погрешность измерения магнитного момента не превышает значения, установленного стандартом.

4.2.14 Установку следует калибровать стандартными образами, изготовленными из феррита, никеля или другого магнитного материала с известным температурным коэффициентом магнитного момента.

Стандартные образцы должны иметь форму сферы. Диаметр стандартного образца не должен отличаться от диаметра измеряемых образцов в форме сферы и от длины ребра образцов в форме куба более чем на 0,25 мм.

Стандартные образцы должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 8.315 и аттестованы с погрешностью не более 0,5 %.

4.3 Требования к образцам

4.3.1 Образцы должны иметь форму сферы или куба. Номинальный диаметр сферы или номинальная длина ребра куба должны быть от 1 до 3 мм включительно. Конкретные размеры образцов и допуски на размеры должны соответствовать установленным в ТУ на изделия из феррита конкретной марки.

4.3.2 Относительное отклонение от круглости образца в форме сферы не должно быть более 5 %. Относительное отклонение от круглости Δ, %, вычисляют по формуле

$$\Delta = \frac{(D_{max} - D_{min}) \cdot 100}{D_{min}}, \quad (1)$$

где D_{max} и D_{min} — максимальный и минимальный диаметры образца, мм.

4.3.3 Допуск параллельности граней образца в форме куба составляет 5 % от длины ребра куба.

4.3.4 Погрешность измерения размеров образца должна находиться в пределах ±4 мкм.

4.4 Подготовка и проведение измерений

4.4.1 Образцы и держатель образца перед измерением следует протереть этиловым спиртом по ГОСТ Р 55878 и просушить в течение 10 мин.

4.4.2 Образцы из феррита с гексагональной структурой ориентируют в магнитном поле методом, указанным в ТУ на изделия из феррита конкретной марки.

4.4.3 Включают все приборы и элементы, входящие в установку на рисунке 1, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

4.4.4 На шток вибратора устанавливают держатель без образца. Изменяя постоянный ток в блоке опорного магнитного момента, добиваются нулевых показаний отсчетного устройства.

4.4.5 Измеряют градуировочный коэффициент установки.

4.4.5.1 Для определения градуировочного коэффициента установки в держатель устанавливают стандартный образец с известным значением магнитного момента насыщения. Напряженность магнитного поля в зазоре магнита должна быть достаточной для насыщения стандартного образца в пределах значений, указанных в 4.1.3.

4.4.5.2 Снимают показания по шкале отсчетного устройства и определяют градуировочный коэффициент K по формуле

$$K = \frac{m_{s0}}{C}, \tag{2}$$

где m_{s0} — магнитный момент насыщения стандартного образца, А·м^2;

C — показания шкалы отсчетного устройства, дел.

4.4.5.3 Снимают стандартный образец с держателя.

4.4.5.4 Градуировочный коэффициент установки определяют после сборки установки и после ремонта.

4.4.6 В держатель устанавливают образец, подготовленный для измерения по 4.4.1.

4.4.7 Перед измерением образец с держателем выдерживают в среде при температуре (20 ± 1) °С или (23 ± 1) °С в течение 30 мин, если соответствующее требование установлено в ТУ на изделие из феррита конкретной марки.

Температура, вид среды и способы поддержания температуры должны соответствовать установленным в ТУ на изделие из феррита конкретной марки.

Примечание — В технически обоснованных случаях допускается устанавливать другую температуру в пределах интервала температур, приведенного в 4.1.2.

4.4.8 Измеряют температуру среды, в которой находится образец с погрешностью не хуже ±0,2 °С для температуры (20 ± 1) °С или (23 ± 1) °С и не хуже ±0,5 °С для остальных температур.

Средство измерения температуры должно находиться не далее 5 см от образца. Результат измерения принимают за температуру образца.

4.4.9 На шток вибратора устанавливают образец с держателем. Снимают показания по шкале отсчетного устройства.

4.4.10 Показания со шкалы отсчетного устройства после выдержки образца при температуре окружающей среды должны сниматься не более 3 мин.

4.4.11 Магнитный момент насыщения образца m_s, А·м^2, вычисляют по формуле

$$m_s = K \cdot C, \tag{3}$$

где K — градуировочный коэффициент;

C — показания шкалы отсчетного устройства, дел.

4.5 Показатели точности измерений

Относительная погрешность измерения магнитного момента насыщения δ_{m_s}, %, с вероятностью 0,95 находится в пределах:

- для образцов в форме сферы

$$\delta_{m_s} = \pm \left(1{,}5 + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{m_s}\right); \quad (4)$$

- для образцов в форме куба

$$\delta_{m_s} = \pm \left(3{,}0 + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{m_s}\right). \quad (5)$$

4.6 Требования безопасности

4.6.1 Установка для измерения магнитного момента должна соответствовать требованиям безопасности, установленным ГОСТ 22261.

4.6.2 При проведении измерений необходимо соблюдать указания мер безопасности, установленные эксплуатационной документацией на применяемые приборы, и действующей на предприятии документации по охране труда и технике безопасности.

4.6.3 На расстоянии до 0,5 м от постоянного магнита или от включенного электромагнита допускается работа только немагнитным инструментом.

5 Определение массы

Массу образца определяют взвешиванием на весах любого типа, которые обеспечивают погрешность измерения в пределах ±0,5 %. Образец взвешивают в соответствии с эксплуатационной документацией на весы.

6 Определение плотности

Кажущуюся плотность поликристаллических ферритов измеряют на изделиях из ферритов соответствующих марок гидростатическим или геометрическим методом по ГОСТ Р 71293.

Метод измерения кажущейся плотности должен соответствовать установленному в ТУ на изделие из конкретной марки феррита.

7 Определение намагниченности насыщения

7.1 При измерении магнитного момента образца при температуре (20 ± 1) °С или (23 ± 1) °С намагниченность насыщения соответственно M_{s20}, M_{s23}, А/м, вычисляют по формулам:

- для поликристаллических ферритов

$$M_{s20} = \frac{m_{s20}}{m} \rho_{каж}, \quad (6)$$

$$M_{s23} = \frac{m_{s23}}{m} \rho_{каж}; \quad (7)$$

- для монокристаллов ферритов

$$M_{s20} = \frac{m_{s20}}{m} \rho_{р}, \quad (8)$$

$$M_{s23} = \frac{m_{s23}}{m} \rho_{р}, \quad (9)$$

где m_{s20}, m_{s23} — магнитный момент образца, измеренный при температуре (20 ± 1) °С или (23 ± 1) °С, А·м^2;

m — масса образца, кг;

$\rho_{каж}$ — кажущаяся плотность поликристаллических ферритов, кг/м^3;

$\rho_{р}$ — рентгеновская плотность монокристаллов ферритов, кг/м^3.

7.2 При измерении магнитного момента образца при температуре, отличной от (20 ± 1) °С или (23 ± 1) °С (конкретное значение устанавливают в ТУ) и относительном температурном коэффициенте

намагниченности насыщения, определенном с погрешностью в пределах ±20 %, намагниченность насыщения M_{s20}, (M_{s23}) вычисляют по формулам:

- для поликристаллических ферритов

$$M_{s20}\,(M_{s23}) = \frac{m_s}{m}\,\rho_{каж}(1 + \alpha_{M_s}\Delta t); \tag{10}$$

- для монокристаллов ферритов

$$M_{s20}\,(M_{s23}) = \frac{m_s}{m}\,\rho_р(1 + \alpha_{M_s}\Delta t), \tag{11}$$

где m_s — магнитный момент образца при температуре измерения t, А·м^2;

α_{M_s} — относительный температурный коэффициент намагниченности насыщения, 1/°С (определяют по приложению А и устанавливают в ТУ);

t — температура, при которой измеряется магнитный момент, °С;

$\Delta t = (t - 20)$ °С или $\Delta t = (t - 23)$ °С;

M_{s20}, (M_{s23}), m, $\rho_р$, $\rho_{каж}$ — см. формулы (6) — (9).

7.3 При измерении магнитного момента насыщения образца при температуре, отличной от (20 ± 1) °С или (23 ± 1) °С (конкретное значение устанавливают в ТУ), и при относительном температурном коэффициенте намагниченности насыщения, определенном с погрешностью, выходящей за пределы ±20 %, намагниченность насыщения M_s, А/м, вычисляют по формулам:

- для поликристаллических ферритов

$$M_s = \frac{m_s}{m}\,\rho_{каж}; \tag{12}$$

- для монокристаллов ферритов

$$M_s = \frac{m_s}{m}\,\rho_р, \tag{13}$$

где m_s — магнитный момент образца при температуре измерения t, А·м^2;

m, $\rho_р$, $\rho_{каж}$ — см. формулы (6) — (9).

7.4 Показатели точности измерений

Показатели точности измерения намагниченности насыщения должны соответствовать установленным в ТУ на изделия из феррита конкретной марки.

Относительную погрешность измерения с установленной вероятностью 0,95 определяют по формулам, приведенным в приложении Б. При этом погрешность δ, %, при определении намагниченности насыщения по формулам (6)—(11) должна находиться в пределах:

- для образцов в форме сферы

$$\delta_{M_{s20}} = \pm\left(2{,}3 + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{m_{s_{20}}}\right), \tag{14}$$

$$\delta_{M_{s23}} = \pm\left(2{,}3 + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{m_{s_{23}}}\right); \tag{15}$$

- для образцов в форме куба

$$\delta_{M_{s20}} = \pm\left(3{,}5 + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{m_{s_{20}}}\right), \tag{16}$$

$$\delta_{M_{s23}} = \pm\left(3{,}5 + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{m_{s_{23}}}\right). \tag{17}$$

При определении намагниченности насыщения по формулам (12) и (13) погрешность измерения рассчитывают по формуле (Б.1) приложения Б; погрешность должна находиться в пределах ±7,5 % при $\alpha_{M_s} \le 0{,}005$ 1/°С.

Приложение А
(справочное)

Определение относительного температурного коэффициента намагниченности насыщения

А.1 Относительный температурный коэффициент намагниченности насыщения определяют как тангенс угла наклона между касательной, проведенной к кривой температурной зависимости намагниченности насыщения в точке t = 23 °С, и осью абсцисс, отнесенный к величине намагниченности насыщения при t = 23 °С.

Кривую температурной зависимости намагниченности насыщения строят по результатам измерения намагниченности насыщения в интервале температур от минус 30 °С до плюс 70 °С. Измерение намагниченности насыщения приводят через 5 °С на аппаратуре, обеспечивающей следующие погрешности измерения:

- магнитного момента насыщения

$$\delta_{m_s} = \pm\left(1{,}5 + \frac{1{,}5 \cdot 10^{-5}}{m_s}\right); \quad \text{(А.1)}$$

- температуры образца

$$\Delta t = \pm 2{,}0\ °\text{С}.$$

А.2 Если зависимость намагниченности насыщения от температуры выражена прямой линией на участке от минус 30 °С до плюс 70 °С, то средний температурный коэффициент намагниченности насыщения α_{M_s} рассчитывают по формуле

$$\alpha_{M_s} = \frac{m_{s1} - m_{s2}}{m_{s23}(t_1 - t_2)}, \quad \text{(А.2)}$$

где m_{s1}, m_{s2} — магнитные моменты насыщения образца при температуре, близкой к минус 30 и плюс 70 °С соответственно, А·м^2;

m_{s23} — магнитный момент насыщения образца при температуре 23 °С, А·м^2;

t_1, t_2 — температура, при которой измеряется магнитный момент насыщения m_{s1} и m_{s2} соответственно, °С.

Приложение Б
(справочное)

Расчет относительной погрешности измерения намагниченности насыщения

Относительную погрешность измерения намагниченности насыщения δ_{M_s}, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{M_s} = \pm 2\sqrt{\left[\frac{\delta_{m_s}}{2}\right]^2 + \left[\frac{\delta_m}{1{,}73}\right]^2 + \left[\frac{\delta_\rho}{2}\right]^2 + \left[\frac{\delta_{M_{sреж}}}{1{,}73}\right]^2}, \quad (Б.1)$$

где 2 — 0,95-я квантиль нормированной нормальной функции распределения плотности вероятности (далее — функции распределения) средней квадратической погрешности;

δ_{m_s} — погрешность измерения магнитного момента, %, вычисляемая по формуле

$$\delta_{m_s} = 2\sqrt{\delta_{н.у}^2 + \left(\frac{\delta_{с.о}}{3}\right)^2}, \quad (Б.2)$$

где $\delta_{н.у}$ — среднее квадратическое отклонение погрешности установки для измерения магнитного момента, определяемое на основе статистической обработки результатов измерения;

$\delta_{с.о}$ — погрешность аттестации стандартного образца, %;

δ_m — погрешность измерения массы образца по разделу 5, %;

δ_ρ — погрешность измерения кажущейся плотности поликристаллических ферритов по разделу 6. Погрешность измерения рентгеновской плотности монокристаллов ферритов не учитывают, т. к. она пренебрежимо мала (0,01 %);

$\delta_{M_{sреж}}$ — режимная составляющая погрешности из-за изменения температуры образца, учитываемая только в случае вычисления намагниченности насыщения по формулам (10) и (11), %, вычисляемая по формуле

$$\delta_{M_{sреж}} = \frac{2(|m_{s1} - m_{s2}|) \cdot 5}{(m_{s1} + m_{s2})(|t_1 - t_2|)} \cdot 100, \quad (Б.3)$$

где m_{s1}, m_{s2} — магнитный момент, измеренный при температурах t_1 и t_2, А·м^2. Разность температур ($|t_1 - t_2|$)должна быть не менее 20 °С;

5 — половина температурного диапазона по 4.1.2, °С;

1,73 — 0,997-я квантиль нормированной равномерной функции распределения.

УДК 621.318.13.029.64.083:006.354 ОКС 29.100.10

Ключевые слова: ферриты сверхвысокочастотные, намагниченность насыщения, метод измерения

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 07.06.2024. Подписано в печать 14.06.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,13.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru