

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «²³» ^{марта} 2026 г. № 532

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ МАГНИТНЫХ
СВОЙСТВ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ И СТАТИЧЕСКИХ
МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ МАГНИТОТВЁРДЫХ МАТЕРИАЛОВ**

1 Область применения

Государственная поверочная схема для средств измерений динамических магнитных свойств магнитомягких материалов и статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов распространяется на средства измерений динамических магнитных свойств магнитомягких материалов¹ и статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов² и устанавливает порядок передачи единиц мощности магнитных потерь – Ватт (Вт), удельной мощности магнитных потерь – Ватт на килограмм (Вт/кг), магнитной индукции – Тесла (Тл), магнитного потока – Вебер (Вб) от государственного первичного эталона единиц этим средствам измерений при помощи рабочих эталонов с указанием показателей точности и методов передачи единиц величин.

Государственная поверочная схема для средств измерений динамических магнитных свойств магнитомягких материалов и статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов состоит из двух частей:

Часть 1. Средства измерений динамических магнитных свойств магнитомягких материалов.

Часть 2. Средства измерений статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов.

Графическая часть государственной поверочной схемы приведена в приложении А.

Соотношение пределов допускаемых значений доверительных границ погрешности между рабочими эталонами, а также соотношение между пределом допускаемой погрешности средств измерений и пределом допускаемых значений доверительных границ относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 рабочих эталонов при поверке должно быть не более 1:2.

2 Нормативные ссылки

В настоящей поверочной схеме использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.030-2025 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции»

ГОСТ 10160-75 «Сплавы прецизионные магнитно-мягкие. Технические условия»

ГОСТ 12119.4-98 «Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения удельных магнитных потерь и действующего значения напряженности магнитного поля»

¹Динамические магнитные свойства магнитомягких материалов – обобщённое наименование группы величин, характеризующих магнитные свойства МММ, под которыми понимается: мощность магнитных потерь, удельная мощность магнитных потерь, магнитная индукция переменного магнитного поля (амплитудное значение).

²Статические магнитные свойства магнитотвёрдых материалов – обобщённое наименование группы величин, характеризующих магнитные свойства МТМ, под которыми понимается: магнитная индукция, магнитный поток, намагниченность, остаточная магнитная индукция, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила по индукции, коэрцитивная сила по намагниченности, максимальное энергетическое произведение.

ГОСТ 12119.5-98 «Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения амплитуд магнитной индукции и напряжённости магнитного поля»

ГОСТ 12635-67 «Материалы магнитомягкие высокочастотные. Методы испытаний в диапазоне частот от 10 кГц до 1 МГц»

П р и м е ч а н и е – При использовании настоящего документа целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и приказов на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменён (изменён), то при использовании настоящего документа следует руководствоваться заменённым (изменённым) стандартом. Если ссылочный стандарт отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Сокращения и обозначения

МММ – магнитомягкие материалы

МТМ – магнитотвёрдые материалы

СО – стандартные образцы

ДМС – динамические магнитные свойства

S_0 – относительное среднее квадратическое отклонение

Θ_0 – относительная неисключённая систематическая погрешность

u_{BO} – относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу В

u_{AO} – относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу А

u_{CO} – относительная суммарная стандартная неопределённость

U_0 – относительная расширенная неопределённость

δ_0 – предел допускаемых значений доверительных границ относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$

Δ_0 – предел допускаемой относительной погрешности

4 Государственный первичный эталон

4.1 Государственный первичный эталон единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,0 Тл, магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб (далее – ГЭТ 198) состоит из комплекса следующих средств измерений:

эталонная установка ЦИКЛ, предназначенная для воспроизведения и хранения единиц мощности магнитных потерь и удельной мощности магнитных потерь в образцах из магнитомягких материалов в виде полос для аппарата Эпштейна длиной от 280 до 600 мм, шириной 30 мм, толщиной от 0,1 до 1,0 мм и образцов кольцевой формы в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц, магнитной индукции переменного магнитного поля в образцах из магнитомягких материалов в виде полос для аппарата Эпштейна длиной от 280 до 600 мм, шириной 30 мм, толщиной от 0,1 до 1,0 мм и образцов кольцевой формы в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^4$ Гц;

эталонная установка ЦИКЛ-2, предназначенная для воспроизведения и хранения единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля в образцах в виде листов из электротехнической стали длиной от 500 до 750 мм, шириной от 300 до 500 мм, толщиной от 0,2 до 1,0 мм и в образцах кольцевой формы в диапазоне частот от 50 до 1000 Гц;

эталонная установка ЦИКЛ-3, предназначенная для воспроизведения и хранения единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб;

средства измерений длины и массы для определения параметров образцов;

эталоны сравнения в виде образцов магнитных свойств магнитных материалов и измерительных катушек³.

4.2 Государственный первичный эталон обеспечивает воспроизведение единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля, магнитной индукции постоянного магнитного поля, магнитного потока с метрологическими характеристиками, приведенными в таблицах 1-4.

Таблица 1 – Метрологические характеристики государственного первичного эталона при воспроизведении и передаче единиц мощности магнитных потерь и удельной мощности магнитных потерь

Наименование характеристики	Значение
Диапазон значений мощности магнитных потерь, в котором воспроизводится единица величины, Вт	от 0,1 до 20,0
Диапазон значений удельной мощности магнитных потерь, в котором воспроизводится единица величины, Вт/кг	от 0,1 до 200,0
Диапазон частот перемангничивания, Гц	от 50 до $2 \cdot 10^5$
Относительное среднее квадратическое отклонение при воспроизведении единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, S_0 при 10 независимых измерениях, не превышает	от $0,5 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная неисключённая систематическая погрешность θ_0 , при воспроизведении единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь ($P=0,95$), не превышает	от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $5,0 \cdot 10^{-3}$

³ Эталоны сравнения в виде измерительных катушек предназначены для хранения, воспроизведения и передачи с применением аппаратуры ГЭТ 198 единиц магнитной индукции и магнитного потока в воздухе рабочим эталонам 1-го разряда в виде высокоточных измерительных установок для измерений статических магнитных свойств МТМ, а также проведения сличений с аналогичными эталонами, которые невозможно сличать непосредственно.

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу А, u_{AO} , при воспроизведении мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь при 10 независимых измерениях	от $0,5 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу В, u_{BO} , при воспроизведении мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь	от $0,3 \cdot 10^{-3}$ до $3,5 \cdot 10^{-3}$
Суммарная стандартная неопределённость u_{CO}	от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $4,0 \cdot 10^{-3}$
Расширенная неопределённость U_O (при $P=0,95$, $k=2$)	от $2,0 \cdot 10^{-3}$ до $8,0 \cdot 10^{-3}$

Таблица 2 – Метрологические характеристики государственного первичного эталона при воспроизведении и передаче единицы магнитной индукции переменного магнитного поля

Наименование характеристики	Значение
Диапазон значений магнитной индукции переменного магнитного поля, в котором воспроизводится единица величины, Тл	от 0,1 до 2,0
Диапазон частот перемангничивания, Гц	от 50 до $2 \cdot 10^4$
Относительное среднее квадратическое отклонение при воспроизведении единицы магнитной индукции переменного магнитного поля S_O при 10 независимых измерениях, не превышает	от $5,5 \cdot 10^{-4}$ до $0,7 \cdot 10^{-3}$
Относительная неисключённая систематическая погрешность θ_O при воспроизведении единицы магнитной индукции переменного магнитного поля ($P=0,95$), не превышает	от $1,4 \cdot 10^{-3}$ до $9,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу А, u_{AO} , при воспроизведении единицы магнитной индукции переменного магнитного поля при 10 независимых измерениях	от $5,5 \cdot 10^{-4}$ до $0,7 \cdot 10^{-3}$
Относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу В, u_{BO} , при воспроизведении единицы магнитной индукции переменного магнитного поля	от $8,0 \cdot 10^{-4}$ до $5,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная суммарная стандартная неопределённость u_{CO}	от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $5,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная расширенная неопределённость U_O (при $P=0,95$, $k=2$)	от $2,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^{-2}$

Таблица 3 – Метрологические характеристики государственного первичного эталона при воспроизведении и передаче единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения магнитной индукции постоянного магнитного поля, Тл	от 0,1 до 2,5
Относительное среднее квадратическое отклонение при воспроизведении магнитной индукции за 10 мин, не превышает	$9,0 \cdot 10^{-7}$
Относительная неисклѹчѣнная систематическая погрешность θ_0 , при воспроизведении магнитной индукции ($P=0,95$) не превышает в диапазоне: от 0,1 до 2,0 Тл включ. св. 2,0 до 2,5 Тл	$5,2 \cdot 10^{-5}$ $1,8 \cdot 10^{-3}$
Относительная стандартная неопределѣнность, оцениваемая по типу А, u_{AO} , при воспроизведении магнитной индукции за 10 мин, не превышает	$9,0 \cdot 10^{-7}$
Относительная стандартная неопределѣнность, оцениваемая по типу В, u_{BO} , при воспроизведении магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне: от 0,1 до 2,0 Тл включ. св. 2,0 до 2,5 Тл, не превышает	от $1,0 \cdot 10^{-5}$ до $3,0 \cdot 10^{-5}$ $1,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная суммарная стандартная неопределѣнность u_{CO} в диапазоне: от 0,1 до 2,0 Тл включ. св. 2,0 до 2,5 Тл, не превышает	от $1,0 \cdot 10^{-5}$ до $3,0 \cdot 10^{-5}$ $1,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная расширенная неопределѣнность U_0 (при $P=0,95$, $k=2$): от 0,1 до 2,0 Тл включ. св. 2,0 до 2,5 Тл, не превышает	от $2,0 \cdot 10^{-5}$ до $6,0 \cdot 10^{-5}$ $2,0 \cdot 10^{-3}$

Таблица 4 – Метрологические характеристики государственного первичного эталона при воспроизведении и передаче единицы магнитного потока

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения магнитного потока, Вб	от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$
Относительное среднее квадратическое отклонение при воспроизведении единицы магнитного потока S_0 при 10 независимых измерениях, не превышает	$8,0 \cdot 10^{-4}$
Относительная неисклѹчѣнная систематическая Погрешность θ_0 при воспроизведении магнитного потока ($P=0,95$), не превышает	$1,2 \cdot 10^{-3}$

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
Относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу А, u_{AO} , при воспроизведении магнитного потока при 10 независимых измерениях, не превышает	$8,0 \cdot 10^{-4}$
Относительная стандартная неопределённость, оцениваемая по типу В, u_{BO} , при воспроизведении магнитного потока	от $1,5 \cdot 10^{-4}$ до $7,0 \cdot 10^{-4}$
Относительная суммарная стандартная неопределённость u_{CO}	от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $2,0 \cdot 10^{-3}$
Относительная расширенная неопределённость U_O (при $P=0,95$, $k=2$)	от $2,0 \cdot 10^{-3}$ до $4,0 \cdot 10^{-3}$

4.3 Государственный первичный эталон применяют для передачи единиц: мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля рабочим эталонам 1-го разряда в виде высокоточных измерительных установок методом сличения при помощи эталона сравнения, рабочим эталонам 1-го и 2-го разряда в виде стандартных образцов динамических магнитных свойств методом прямых измерений;

магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб рабочим эталонам 1-го разряда в виде высокоточных измерительных установок для измерений статических магнитных свойств МТМ методом сличения при помощи эталона сравнения, рабочим эталонам 1-го и 2-го разряда в виде стандартных образцов магнитных свойств МТМ методом прямых измерений и косвенных измерений посредством применения аттестованных методик измерений⁴ с погрешностью измерений в диапазоне: магнитной индукции (0,2 – 0,8) %, магнитного потока (0,25 – 0,8) %, намагниченности (0,3 – 1,5) %, остаточной магнитной индукции (0,3 – 1,8) %, остаточной намагниченности (0,3 – 1,8) %, коэрцитивной силы по индукции (0,4 – 2) %, коэрцитивной силы по намагниченности (0,4 – 2) %, максимального энергетического произведения (0,5 – 3) %. Погрешность измерений зависит от магнитотвёрдого материала, на основе которого сделаны стандартные образцы.

4.4 Для определения статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов допускается применять указания Государственной поверочной схемы ГОСТ 8.030-2025 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции».

⁴ Например, применение «Государственной первичной референтной методики измерений магнитных свойств образцов магнитотвёрдых материалов на основе сплава неодим-железо-бор (NdFeB)» ФР.ПР1.34.2019.00008, «Государственной первичной референтной методики измерений магнитных свойств образцов магнитотвёрдых материалов на основе сплава самарий-кобальт (SmCo)» ФР.ПР1.34.2019.00006.

5 Рабочие эталоны

5.1 Рабочие эталоны 1-го разряда единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля

5.1.1 В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единиц мощности магнитных потерь в диапазоне от 0,1 до 20,0 Вт, удельной мощности магнитных потерь в диапазоне от 0,1 до 200,0 Вт/кг, магнитной индукции переменного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,0 Тл применяют:

стандартные образцы динамических магнитных свойств магнитомягких материалов;

высокоточные измерительные установки.

5.1.2 Рабочие эталоны 1-го разряда – высокоточные измерительные установки предназначены для измерений мощности магнитных потерь в диапазоне от 0,1 до 20,0 Вт, удельной мощности магнитных потерь в диапазоне от 0,1 до 200,0 Вт/кг в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц, магнитной индукции переменного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,0 Тл в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^4$ Гц в образцах из магнитомягких материалов кольцевой формы, в образцах в виде полос для аппарата Эпштейна длиной от 280 до 600 мм, шириной 30 мм, толщиной от 0,1 до 1,0 мм, в образцах в виде листов из электротехнической стали длиной от 500 до 750 мм.

Предел допускаемых значений доверительных границ относительных погрешностей δ_0 при доверительной вероятности 0,95 не должен превышать:

(0,3 – 1,2) % при измерении мощности магнитных потерь (в зависимости от частоты перемагничивания);

(0,3 – 1,2) % при измерении удельной мощности магнитных потерь (в зависимости от частоты перемагничивания);

(0,3 – 1,2) % при измерении магнитной индукции переменного магнитного поля (в зависимости от частоты перемагничивания).

5.1.3 Требования к метрологическим характеристикам рабочих эталонов 1-го разряда – стандартных образцов динамических магнитных свойств магнитомягких материалов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Требования к метрологическим характеристикам стандартных образцов, выполняющих функцию эталонов 1-го разряда

Наименование величины, единица измерений	Интервал значений	δ_0 , %
Мощность магнитных потерь в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц, Вт	0,1 – 20,0	0,3 – 1,2
Удельная мощность магнитных потерь в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц, Вт/кг	0,1 – 200,0	0,3 – 1,2
Магнитная индукция переменного магнитного поля в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^4$ Гц, Тл	0,1 – 2,0	0,3 – 1,2

5.1.4 Рабочие эталоны 1-го разряда единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля применяют для передачи единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля рабочим эталонам 2-го разряда и средствам измерений методом прямых измерений и сличения при помощи образцов магнитных свойств.

5.2 Рабочие эталоны 1-го разряда единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб

5.2.1 В качестве рабочих эталонов 1-го разряда единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб применяют:

высокоточные измерительные установки для измерений статических магнитных свойств МТМ;

стандартные образцы статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов, определяемых по результатам измерений магнитного потока и индукции магнитного поля.

5.2.2 Рабочие эталоны 1-го разряда – высокоточные измерительные установки для измерений статических магнитных свойств МТМ предназначены для измерений магнитного потока в воздухе в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб и магнитной индукции в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл.

Предел допускаемых значений доверительных границ относительных погрешностей δ_0 при доверительной вероятности 0,95 не должен превышать:

(0,1 – 0,75) % при измерениях магнитной индукции постоянного магнитного поля;

(0,4 – 0,75) % при измерениях магнитного потока.

5.2.3 Требования к метрологическим характеристикам рабочих эталонов 1-го разряда – стандартных образцов статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к метрологическим характеристикам стандартных образцов, выполняющих функцию эталонов 1-го разряда

Наименование величины, единица измерений	Интервал значений	δ_0 , %
Магнитная индукция, В, Тл	0,1 – 2,5	0,25 – 1
Магнитный поток, Ф, Вб	$1 \cdot 10^{-5}$ – $3 \cdot 10^{-2}$	0,3 – 1
Намагниченность, М, кА/м	1 – 2000	0,5 – 2
Остаточная магнитная индукция, В _г , Тл	0,1 – 2,5	0,4 – 2
Остаточная намагниченность, М _г , кА/м	1 – 2000	0,5 – 2
Коэрцитивная сила по индукции, Н _{св} , кА/м	10 – 1890	0,5 – 3
Коэрцитивная сила по намагниченности, Н _{см} , кА/м	10 – 1890	0,5 – 3
Максимальное энергетическое произведение, (ВН) _{max} , кДж/м ³	0,8 – 510	0,75 – 4

5.2.4 Рабочие эталоны 1-го разряда единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля и магнитного потока применяют для передачи единиц магнитных величин рабочим эталонам 2-го разряда и средствам измерений методом прямых и косвенных измерений. Метод косвенных измерений предусматривает использование средств измерений длины, обеспечивающих требуемую точность.

5.3 Рабочие эталоны 2-го разряда единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля

5.3.1 В качестве рабочих эталонов 2-го разряда применяют:

установки измерительные;

стандартные образцы динамических магнитных свойств магнитомягких материалов.

5.3.2 Рабочие эталоны 2-го разряда – установки измерительные предназначены для измерений удельной мощности магнитных потерь в диапазоне от 0,1 до 100,0 Вт/кг в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц, магнитной индукции переменного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,0 Тл в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^4$ Гц.

Предел допускаемых значений доверительных границ относительных погрешностей δ_0 при доверительной вероятности 0,95 не должен превышать:

(0,6 – 3,0) % при измерении удельной мощности магнитных потерь (в зависимости от частоты перемагничивания),

(0,6 – 3,0) % при измерении магнитной индукции переменного магнитного поля (в зависимости от частоты перемагничивания).

5.3.3 Требования к метрологическим характеристикам рабочих эталонов 2-го разряда – стандартных образцов динамических магнитных свойств магнитомягких материалов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Требования к метрологическим характеристикам стандартных образцов, выполняющих функцию эталонов 2-го разряда

Наименование величины, единица измерений	Интервал значений	δ_0 , %
Мощность магнитных потерь в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц, Вт	0,1 – 20,0	0,6 – 3,0
Удельная мощность магнитных потерь в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц, Вт/кг	0,1 – 200,0	0,6 – 3,0
Магнитная индукция переменного магнитного поля в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^4$ Гц, Тл	0,1 – 2,0	0,6 – 3,0

5.3.4 Рабочие эталоны 2-го разряда предназначены для передачи единиц мощности магнитных потерь, удельной мощности магнитных потерь, магнитной индукции переменного магнитного поля установкам для измерений образцов кольцевой формы, установкам с аппаратами Эпштейна, установкам с аппаратами листов методом прямых измерений и сличений при помощи образцов магнитных свойств.

5.4 Рабочие эталоны 2-го разряда единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб

5.4.1 В качестве рабочих эталонов 2-го разряда применяют: стандартные образцы магнитных свойств МТМ; установки измерительные.

5.4.2 Рабочие эталоны 2-го разряда – установки измерительные предназначены для измерений магнитной индукции в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл, магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб, намагниченности в диапазоне от 1 до 2000 кА/м, остаточной магнитной индукции в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл, остаточной намагниченности в диапазоне от 1 до 2000 кА/м, коэрцитивной силы по индукции в диапазоне от 10 до 1890 кА/м, коэрцитивной силы по намагниченности в диапазоне от 10 до 1890 кА/м, максимального энергетического произведения в диапазоне от 0,8 до 510 кДж/м³.

Предел допускаемых значений доверительных границ относительных погрешностей δ_0 при доверительной вероятности 0,95 не должен превышать:

- (0,5 – 3) % при измерении магнитной индукции,
- (0,6 – 3) % при измерении магнитного потока,
- (1 – 4) % при измерении намагниченности,
- (1 – 4) % при измерении остаточной магнитной индукции,
- (1 – 4) % при измерении остаточной намагниченности,
- (1 – 6) % при измерении коэрцитивной силы по индукции,
- (1 – 6) % при измерении коэрцитивной силы по намагниченности,
- (1,5 – 8) % при измерении максимального энергетического произведения.

5.4.3 В качестве рабочих эталонов 2-го разряда единиц магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб используют стандартные образцы статических магнитных свойств магнитотвёрдых материалов, определяемых по результатам измерений магнитного потока и индукции магнитного поля. Требования к метрологическим характеристикам приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Требования к метрологическим характеристикам стандартных образцов, выполняющих функцию эталонов 2-го разряда

Наименование величины, единица измерения	Интервал значений	δ_0 , %
Магнитная индукция, В, Тл	0,1 – 2,5	0,5 – 2
Магнитный поток, Ф, Вб	$1 \cdot 10^{-5}$ – $3 \cdot 10^{-2}$	0,8 – 3
Намагниченность, М, кА/м	1 – 2000	1 – 4
Остаточная магнитная индукция, В _г , Тл	0,1 – 2,5	1 – 4
Остаточная намагниченность, М _г , кА/м	1 – 2000	1 – 4
Коэрцитивная сила по индукции, Н _{св} , кА/м	10 – 1890	1 – 6

Продолжение таблицы 8

Наименование величины, единица измерения	Интервал значений	δ_0 , %
Коэрцитивная сила по намагниченности, H_{CM} , кА/м	10 – 1890	1 – 6
Максимальное энергетическое произведение, $(BH)_{max}$, кДж/м ³	0,8 – 510	1,5 – 8

5.4.4 Рабочие эталоны 2-го разряда предназначены для передачи единиц магнитных величин установкам для измерений магнитных свойств МТМ методом прямых измерений и сличением при помощи образцов магнитных свойств.

6 Средства измерений

6.1 В качестве средств измерений динамических магнитных свойств применяют следующие измерительные установки:

установки для измерений образцов кольцевой формы в диапазоне мощности магнитных потерь от 0,1 до 20,0 Вт в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц; в диапазоне удельной мощности магнитных потерь от 0,1 до 200,0 Вт/кг в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц; в диапазоне магнитной индукции переменного магнитного поля от 0,1 до 2,0 Тл в диапазоне частот от 50 до $2 \cdot 10^4$ Гц, изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ 12119.4, ГОСТ 12119.5, ГОСТ 12635, ГОСТ 10160;

установки с аппаратами Эпштейна, предназначенные для измерений удельной мощности магнитных потерь в диапазоне от 0,1 до 100,0 Вт/кг, магнитной индукции переменного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,0 Тл в образцах электротехнической стали в виде набора полос длиной от 280 до 310 мм, шириной 30 мм, толщиной от 0,1 до 1,0 мм (образцах для аппарата Эпштейна) в диапазоне частот от 50 до 10000 Гц;

установки с аппаратами листов, предназначенные для измерений удельной мощности магнитных потерь в диапазоне от 0,1 до 50,0 Вт/кг, магнитной индукции переменного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,0 Тл в образцах электротехнической стали в виде листов длиной от 280 до 1500 мм, шириной от 210 до 1350 мм, толщиной от 0,15 до 1,0 мм (образцах для аппарата листов) в диапазоне частот от 50 до 1000 Гц.

6.2 Предел допускаемых относительных погрешностей Δ_0 :

установок для измерений образцов МММ кольцевой формы составляет (1,2 – 15) % в зависимости от испытуемого материала, амплитуды магнитной индукции и частоты перемагничивания;

установок с аппаратами Эпштейна составляет (1,5 – 15) % в зависимости от амплитуды магнитной индукции и частоты перемагничивания;

установок с аппаратами листов составляет (3 – 15) % в зависимости от амплитуды магнитной индукции и частоты перемагничивания.

6.3 В качестве средств измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне

от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб применяют установки для измерений магнитных свойств МТМ. Диапазоны измерений: магнитной индукции от 0,1 до 2,5 Тл, $\Delta_0 = (1 - 6) \%$; магнитного потока от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб, $\Delta_0 = (1,0 - 6) \%$; намагниченности от 1 до 2000 кА/м, $\Delta_0 = (2 - 8) \%$; остаточной магнитной индукции от 0,1 до 2,5 Тл, $\Delta_0 = (2 - 8) \%$; остаточной намагниченности от 1 до 2000 кА/м, $\Delta_0 = (2 - 8) \%$; коэрцитивной силы по индукции от 10 до 1890 кА/м, $\Delta_0 = (2 - 12) \%$; коэрцитивной силы по намагниченности от 10 до 1890 кА/м, $\Delta_0 = (2 - 12) \%$; максимального энергетического произведения от 0,8 до 510 кДж/м³, $\Delta_0 = (3 - 16) \%$.