



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ГАММАМЕТ

ОКП 12 6100

Группа Э-24



УТВЕРЖДАЮ:

Директор НИИП «Гаммамет»
В.Я. Белозеров

«16» 03 2007 г.

**МАГНИТОПРОВОДЫ ЛЕНТОЧНЫЕ КОЛЬЦЕВЫЕ ГАММАМЕТ
В ЗАЩИТНЫХ КОНТЕЙНЕРАХ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ТУ 1261-030-12287107-2007

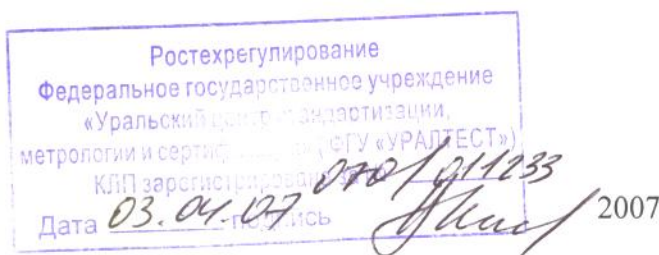
(взамен ТУ 494-А032-004-95, ТУ 1261-001-12287107-97, ТУ 1261-009-12287107-97, ТУ 1261-011-12287107-97,
ТУ 1261-014-12287107-98, ТУ 1261-016-12287107-99, ТУ 1261-017-12287107-99, ТУ 1261-020-12287107-99,
ТУ 1261-027-12287107-2000, ТУ 1261-028-12287107-2000)

Срок действия с 03.04.2007
без ограничения

РАЗРАБОТАНЫ:

Заместитель директора
по технологии и качеству, к. ф.-м. н.
Ю.Н. Стародубцев

Начальник отдела электромагнитных
испытаний и метрологии
В.А. Зеленин



1 Введение

1.1 Область применения

Настоящие технические условия распространяются на ленточные кольцевые магнитопроводы ГАММАМЕТ в защитных контейнерах (в дальнейшем – магнитопроводы в защитных контейнерах), предназначенные для изготовления трансформаторов и реакторов различного назначения, работающих на частоте до 1 МГц.

1.2 Нормативные ссылки

В настоящих технических условиях использованы нормативные документы, которые представлены в приложении А.

1.3 Термины и определения

Термины и определения, используемые в настоящих технических условиях, соответствуют ГОСТ 17527, ГОСТ 18311, ГОСТ 19693 и приведены в приложении Б.

1.4 Общие сведения

Магнитопровод в защитном контейнере представляет сборочную единицу, состоящую из магнитопровода (магнитной системы), который помещён в защитный контейнер и закреплён в нём демпфирующим наполнителем. На рисунке 1 схематически представлен поперечный разрез магнитопровода в защитном контейнере. Магнитопроводы изготавливаются из ленты магнитомягких аморфных или нанокристаллических сплавов с номинальной толщиной 25 мкм. Магнитопроводы поставляются после термической обработки, которая формирует гарантированные магнитные свойства. Магнитопроводы могут применяться взамен ферритов, прецизионных сплавов и электротехнической стали.

При заказе и в документации других изделий условное обозначение магнитопровода в защитном контейнере должно содержать обозначение типа, типоразмера по ГОСТ 24011 и обозначение настоящих технических условий. Например, магнитопровод ленточный кольцевой в защитном контейнере ГАММАМЕТ 412В, 2 класс по магнитным свойствам, класс нагревостойкости А (105°С), имеющий внутренний диаметр 40 мм, наружный диаметр 64 мм, высоту 30 мм по ТУ 1261-030-12287107-2007 имеет условное обозначение «магнитопровод ГМ 412В – 2кл ОЛ40/64-30 ТУ 1261-030-12287107-2007». Этот же магнитопровод класса нагревостойкости F (155°С) имеет условное обозначение «магнитопровод ГМ 412В – 2кл (F) ОЛ40/64-30 ТУ 1261-030-12287107-2007». На рисунке 2 представлена структура условного обозначения типа магнитопровода, а на рисунке 3 – структура условного обозначения типоразмера.

Примечания

1 Если класс нагревостойкости магнитопровода в защитном контейнере не ниже А (105°С), то буква А в условном обозначении отсутствует.

2 Класс по магнитным свойствам в условном обозначении магнитопроводов ГМ 414 и ГМ 501 не указывается, если приёмка проводилась на соответствие магнитных свойств таблице 2.

При производстве магнитопроводов в защитных контейнерах использованы патенты, список которых приведён в приложении В, а патентообладателем является ООО «Научно-производственное предприятие «Гаммамет».

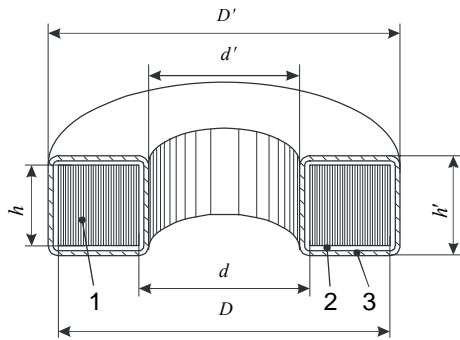


Рисунок 1 – Поперечный разрез магнитопровода в защитном контейнере:

- 1 – ленточный магнитопровод,
- 2 – демпфирующий наполнитель,
- 3 – защитный контейнер

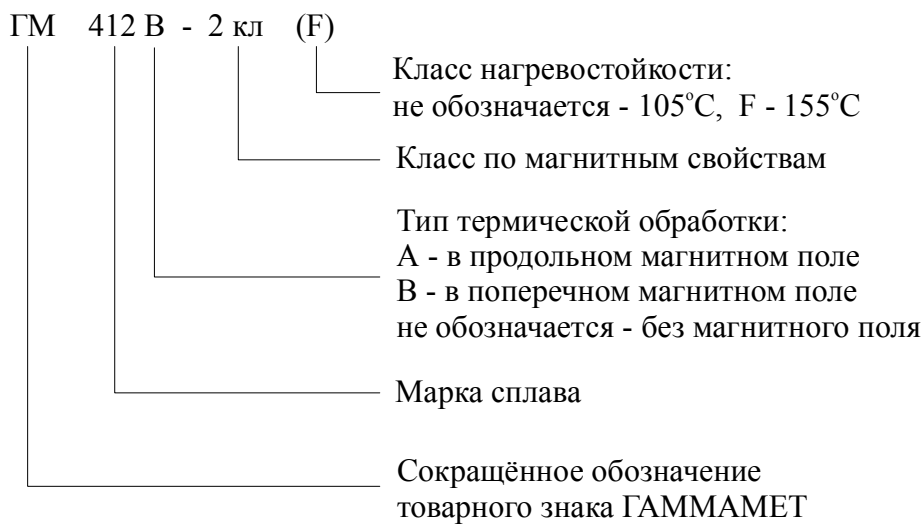


Рисунок 2 – Структура условного обозначения типа магнитопровода

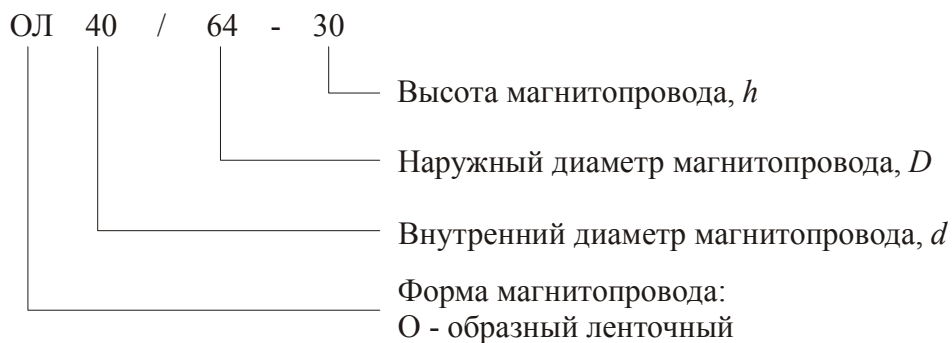


Рисунок 3 – Структура условного обозначения типоразмера магнитопровода

2 Технические требования

2.1 Основные параметры и характеристики

2.1.1 Магнитопроводы в защитных контейнерах должны соответствовать требованиям настоящих технических условий. Магнитные свойства магнитопроводов при температуре 25°C должны соответствовать требованиям таблицы 1. Типичные магнитные свойства магнитопроводов в защитных контейнерах ГАММАМЕТ приведены в приложении Г.

Примечание – По согласованию с заказчиком допускается поставка магнитопроводов с другими гарантированными магнитными характеристиками.

Таблица 1 – Магнитные свойства магнитопроводов в защитных контейнерах

Тип магнитопровода	Класс по магнитным свойствам	$\mu_{0,08}$, не менее	H_c , А/м не более	B_{800} , Тл, не менее	$K_{п800}$	$K_{п10}$, не менее
ГМ 501	1	100000	0,40	0,40	–	–
	2	150000	0,30			
	3	200000	0,25			
ГМ 414	1	15000	2,5	1,15	–	–
	2	45000	2,0			
	3	70000	1,5			
ГМ 503В	1	15000	0,8	0,58	0,07, не более	–
	2	30000	0,6	0,55	0,1, не более	
ГМ 412В	1	10000	3,0	1,15	0,20, не более	–
	2	20000	2,0		0,15, не более	
ГМ 515В	–	–	3,0	0,90	0,05, не более	–
ГМ 440В	–	–	8,0	1,45	0,15, не более	–
ГМ 440А	–	–	8,0	1,45	0,80, не менее	–
ГМ 515А	–	–	3,0	0,90	0,90, не менее	–
ГМ 503А	–	–	0,6	0,55	–	0,90
ГМ 412А	–	–	2,0	1,15	–	0,80

Примечания

1 В таблице использованы следующие обозначения: $\mu_{0,08}$ – относительная магнитная проницаемость при напряжённости магнитного поля 0,08 А/м; H_c – коэрцитивная сила; B_{800} – магнитная индукция при напряжённости магнитного поля 800 А/м; $K_{п800}$ ($K_{п10}$) – коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса при напряжённости магнитного поля 800 (10) А/м.

2 В таблице приведены магнитные свойства материала магнитопровода. В электротехнических расчётах необходимо учитывать коэффициент заполнения магнитопровода магнитным материалом, номинальное значение которого равно 0,7.

2.1.2 Магнитопроводы ГМ 414 и ГМ 501, используемые в трансформаторах тока, могут проходить приёмку на соответствие кривой намагничивания на частоте 50 Гц. Все точки кривой намагничивания магнитопроводов должны находиться не ниже данных, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Кривые намагничивания магнитопроводов ГМ 414 и ГМ 501 на частоте 50 Гц

Магнитопровод ГМ 414			Магнитопровод ГМ 501		
B_m , Тл	H_m , А/м	$\mu = \frac{B_m}{\mu_0 H_m}$	B_m , Тл	H_m , А/м	$\mu = \frac{B_m}{\mu_0 H_m}$
0,0005	0,01	40000	0,001	0,008	99500
0,001	0,0186	42800	0,002	0,016	99500
0,002	0,0363	43800	0,003	0,024	99500
0,003	0,054	44200	0,005	0,039	102000
0,0045	0,0796	45000	0,007	0,054	103000
0,005	0,088	45200	0,01	0,075	106000
0,007	0,122	45600	0,02	0,14	114000
0,01	0,173	46000	0,03	0,20	119400
0,015	0,251	47600	0,05	0,27	147400
0,02	0,324	49100	0,07	0,316	176300
0,025	0,4	49700	0,1	0,363	219200
0,03	0,468	51000	0,15	0,44	271200
0,05	0,62	64200	0,2	0,50	318300
0,07	0,708	78700	0,25	0,59	337200
0,10	0,81	98200	0,3	0,71	336200
0,2	1,1	144700	–	–	–
0,3	1,32	181000	–	–	–
0,4	1,48	215000	–	–	–
0,5	1,7	234000	–	–	–
0,6	2,0	239000	–	–	–
0,7	2,45	227000	–	–	–
0,8	3,02	211000	–	–	–
0,9	3,98	180000	–	–	–

Примечание – в таблице использованы следующие обозначения: B_m – максимальная магнитная индукция; H_m – максимальная напряжённость магнитного поля; μ – относительная магнитная проницаемость; μ_0 – магнитная постоянная.

2.1.3 Размеры магнитопровода регламентируются размерами защитного контейнера. Магнитопровод должен свободно помещаться в защитный контейнер. В приложении Д приведены размеры защитных контейнеров.

Допустимое снижение массы магнитопровода по сравнению с номинальной массой не должно превышать 5 %.

Примечания

1 Предпочтительные размеры магнитопроводов: внутренний диаметр не менее 8 мм, наружный диаметр не более 650 мм. Наружный диаметр магнитопроводов ГМ 503В, ГМ 515В, ГМ 440В не должен превышать 140 мм.

2 Допускается изготавливать магнитопроводы из отдельных деталей меньшей высоты.

3 Допускается использовать защитные контейнеры заказчика.

2.1.4 Магнитопроводы в защитном контейнере должны иметь класс нагревостойкости А (105°C) или F (155°C) в соответствии с ГОСТ 8865.

2.1.5 Вид климатического исполнения магнитопроводов в защитном контейнере должен быть УХЛ2 в соответствии с ГОСТ 1550.

2.1.6 Магнитопроводы в защитном контейнере должны выдерживать испытание на свободное падение с высоты 750 мм при массе магнитопровода менее 0,5 кг, с высоты 500 мм при массе магнитопровода (0,5 – 5) кг и с высоты 250 мм при массе магнитопровода более 5 кг. При встряхивании магнитопровода не должно происходить его смещение относительно защитного контейнера.

2.1.7 Срок сохраняемости магнитопроводов в защитных контейнерах составляет 30 лет.

2.1.8 Магнитопроводы в защитном контейнере безотказны в работе при соблюдении требований настоящих технических условий в течение всего срока службы. Срок службы магнитопроводов составляет 30 лет.

2.2 Комплектность

В комплект поставки входит партия магнитопроводов в защитном контейнере в упаковке и свидетельство о приёмке. Свидетельство о приёмке должно содержать в соответствии с ГОСТ 2.610 условное обозначение изделия, номер партии, количество магнитопроводов, подпись начальника ОТК, год, месяц, число.

2.3 Маркировка

Общие требования к маркировке по ГОСТ 18620. Сведения о магнитопроводе наносятся на этикетку упаковочной коробки. Маркировка на этикетке должна включать название предприятия изготовителя, условное обозначение магнитопровода в соответствии с настоящими техническими условиями, товарный знак ГАММАМЕТ, количество магнитопроводов, подпись упаковщика, год, месяц, число.

Примечание – Маркировка магнитопроводов производится по требованию заказчика. Состав маркировки определяется при заказе.

2.4 Упаковка

2.4.1 Общие требования к упаковке по ГОСТ 23216. Упаковка должна обеспечить сохранность магнитопроводов при транспортировании любым видом транспорта на любое расстояние. При транспортировании упаковка должна быть защищена от механических повреждений и попадания влаги.

2.4.2 Магнитопроводы укладываются в коробки. В каждую коробку укладываются магнитопроводы одного типоразмера. Не допускается укладка магнитопроводов «навалом».

Примечание – В отдельных случаях допускается укладка магнитопроводов разного типоразмера в одну коробку.

2.4.3 Коробки с магнитопроводами, а в некоторых случаях отдельные крупные магнитопроводы, укладываются в деревянные ящики в соответствии с ГОСТ 16511. Коробки и магнитопроводы закрепляются в ящике амортизационными материалами: поролоном, ватой, обрезками бумаги или другими материалами, обладающими амортизационными свойствами

2.4.4 Транспортная упаковка должна содержать манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги» и «Верх» в соответствии с ГОСТ 14192.

3 Требования безопасности и охраны окружающей среды

3.1 Магнитопроводы в защитных контейнерах не создают опасности в отношении пожаров, взрывов, радиации, воздействия химических и загрязняющих веществ.

3.2 Магнитопроводы в защитных контейнерах не наносят вред окружающей природной среде, здоровью и генетическому фонду человека при испытании, хранении, транспортировании, эксплуатации и утилизации.

4 Правила приёмки

4.1 Для контроля качества и приёмки магнитопроводов проводят приёмо-сдаточные и периодические испытания в соответствии с ГОСТ 15.309.

4.2 Программа приёмо-сдаточных и периодических испытаний представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Программа приёмо-сдаточных и периодических испытаний

Наименование испытаний и проверки	Необходимость проведения испытаний		Пункты	
	приемо-сдаточных	периодических	технических требований	методов испытаний
1 Испытания на соответствие магнитных свойств требованиям таблиц 1 или 2	+	–	2.1.1 2.1.2	5.1 5.2
2 Измерение размеров защитного контейнера	+	–	2.1.3	5.4
3 Испытание на смещение магнитопровода в защитном контейнере	+	–	2.1.6	5.5
4 Проверка на соответствие требованиям комплектности поставки, маркировки и упаковки	+	–	2.2 2.3 2.4	5.6
5 Испытание на устойчивость к воздействию климатических факторов	–	+	2.1.5	5.8
6 Испытание на свободное падение	–	+	2.1.6	5.9
7 Подтверждение срока сохраняемости	–	+	2.1.7	5.10
8 Подтверждение срока службы	–	+	2.1.8	5.10

Примечание – Знак «–» означает, что испытание не проводится, а знак «+» – испытание проводится.

4.3 Приёмо-сдаточным испытаниям подвергается каждый магнитопровод. Магнитопроводы предъявляются к приёмке партиями, состоящими из магнитопроводов одного типоразмера и одной плавки.

Примечание – Магнитная индукция B_{800} проверяется на одном контрольном образце от плавки.

4.4 Периодическим испытаниям подвергаются три случайно выбранных магнитопровода каждого типа. Периодические испытания проводят не реже одного раза в три года.

5 Методы контроля

5.1 Контроль магнитных параметров, указанных в таблице 1, проводят коммутационным методом на постоянном токе, квазистатическим методом или другим методом, обеспечивающим измерения с погрешностью согласно ГОСТ 8.377, при температуре окружающего воздуха $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$. Перед началом испытаний магнитопроводы выдерживают в течение 24 часов.

Примечание – Допускается определять магнитную проницаемость из результатов измерений индуктивности на частоте 1 кГц. Метод измерения приведён в приложении Е.

5.2 Контроль точек кривой намагничивания на частоте 50 Гц проводят с помощью метода вольтметра – амперметра. Метод измерения приведён в приложении Ж.

5.3 Масса магнитопровода измеряется на стандартных весах соответствующего класса точности.

5.4 Измерение размеров защитного контейнера проводят стандартным измерительным инструментом. Размеры пластмассовых защитных контейнеров не измеряют: размеры гарантируются технологией изготовления.

5.5 Испытание на смещение магнитопровода в защитном контейнере проводят ручным встряхиванием. Параметры тряски не регламентируются.

5.6 Проверку на соответствие требованиям комплектности поставки, маркировки и упаковки проводят визуальным осмотром. Внешний вид магнитопроводов в защитных контейнерах проверяется сличением с образцами внешнего вида. Образцы внешнего вида потребителю не высылаются.

5.7 Класс нагревостойкости не проверяется. Соответствие гарантируется выбором материалов, имеющих заданный класс нагревостойкости.

5.8 Испытание на воздействие верхнего значения температуры среды при эксплуатации проводят по методу 201-1.2 согласно ГОСТ 16962.1. За верхнее значение температуры принимают значение, соответствующее классу нагревостойкости 105°C или 155°C . В зависимости от массы магнитопровод выдерживают при заданной температуре разное время: 2 часа при массе не более 2 кг, 3 часа при массе 10 – 20 кг, 4 часа при массе 20 – 50 кг в соответствии с ГОСТ 16962.1. После испытания визуальным осмотром проверяется состояние защитного контейнера, смещение магнитопровода относительно защитного контейнера и магнитные параметры согласно таблицам 1 или 2. Испытания на воздействие нижнего значения температуры не проводят. Соответствие гарантируется выбором материалов.

5.9 Испытание на свободное падение проводят методом 115-1 в соответствии с ГОСТ 16962.2. После испытания визуальным осмотром проверяется состояние защитного контейнера, смещение магнитопровода относительно защитного контейнера и магнитные параметры согласно таблиц 1 или 2.

5.10 Подтверждение срока сохраняемости и срока службы проводят расчётным путём на основании сбора у потребителей информации о работе изделий, в которых используются магнитопроводы.

6 Транспортирование и хранение

6.1 Транспортирование магнитопроводов производится всеми видами закрытого и открытого транспорта в соответствии с действующими правилами перевозки грузов. При транспортировании коробки и ящики должны быть надёжно закреплены от возможных перемещений любыми способами. При транспортировании в открытом транспорте коробки и ящики должны быть покрыты водонепроницаемым материалом.

6.2 При хранении коробки и ящики с магнитопроводами должны находиться под навесом или в закрытом помещении при отсутствии в воздухе паров кислот и других агрессивных примесей. Магнитопроводы, у которых в конструкции защитных контейнеров использован электротехнический картон, должны находиться в тёплом сухом помещении. Не допускается хранение магнитопроводов «навалом». Не допускается укладка магнитопроводов по высоте более чем в три ряда, если их масса составляет 0,5 – 5 кг, и более чем в два ряда для массы магнитопроводов более 5 кг.

7 Указания по эксплуатации

7.1 При нанесении обмотки на защитный контейнер магнитопровода натяжение провода регулируется так, чтобы не допустить ухудшение магнитных свойств за пределы требований настоящих технических условий.

7.2 Конструкция защитного контейнера не удовлетворяет требованию герметичности. Поэтому необходима корректировка режима пропитки трансформатора или дополнительная изоляция защитного контейнера, чтобы исключить попадание лака на магнитопровод.

7.3 Температурный режим сушки трансформаторов должен соответствовать заданному классу нагревостойкости магнитопровода.

8 Гарантии изготовителя

8.1 Изготовитель гарантирует соответствие магнитопроводов в защитном контейнере требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленными настоящими техническими условиями.

8.2 Гарантийный срок хранения магнитопроводов 15 лет со дня изготовления.

8.3 Гарантийный срок эксплуатации магнитопроводов 6 лет со дня ввода в эксплуатацию в пределах гарантийного срока хранения.

Приложение А
(справочное)
Ссылочные нормативные документы

1. ГОСТ 2.610-2006 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.
2. ГОСТ 8.377-80 Материалы магнитомягкие. Методы выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик.
3. ГОСТ 15.309-98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приёмка выпускаемой продукции. Основные положения.
4. ГОСТ 8865-93 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.
5. ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.
6. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
7. ГОСТ 16511-86 Ящики деревянные для продукции электротехнической промышленности. Технические условия.
8. ГОСТ 16962.1-89 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам.
9. ГОСТ 16962.2-90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам.
10. ГОСТ 17527-2003 Упаковка. Термины и определения.
11. ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий.
12. ГОСТ 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка.
13. ГОСТ 19693-74 Материалы магнитные. Термины и определения.
14. ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозийная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.
15. ГОСТ 24011-80 Магнитопроводы ленточные кольцевые. Конструкция и размеры.

Приложение Б
(справочное)
Термины и определения

Демпфирующий наполнитель – материал частично или полностью заполняющий пространство между магнитопроводом и защитным контейнером и препятствующий смещению магнитопровода относительно защитного контейнера.

Замкнутый магнитопровод – магнитопровод, в котором отсутствуют немагнитные зазоры вдоль направления основного магнитного потока.

Защитный контейнер – элемент конструкции, предназначенный для защиты магнитопровода от внешних механических воздействий.

Класс нагревостойкости – максимальная рабочая температура электротехнического изделия при номинальных условиях работы.

Кольцевой магнитопровод – магнитопровод в виде тела, образованного вращением прямоугольника вокруг оси, лежащей в плоскости этого прямоугольника.

Комбинированный защитный контейнер – защитный контейнер, изготовленный из материалов нескольких типов.

Коэффициент заполнения – безразмерная величина, равная отношению фактической массы магнитопровода к массе магнитопровода, рассчитанной по его геометрическим размерам и плотности материала.

Коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса – отношение остаточной магнитной индукции к максимальной магнитной индукции на данной симметричной петле гистерезиса. Величины $K_{п800} = B_r / B_{800}$ и $K_{п10} = B_r / B_{10}$ обозначают коэффициенты прямоугольности петли магнитного гистерезиса, полученные при напряженности магнитного поля $H = 800$ и 10 А/м соответственно.

Ленточный магнитопровод – магнитопровод, изготовленный из ленточного магнитного материала.

Линейная петля магнитного гистерезиса – петля магнитного гистерезиса с коэффициентом прямоугольности не более 0,20.

Магнитная постоянная – постоянная μ_0 равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Магнитная система – часть электротехнического изделия, представляющая совокупность ферромагнитных деталей, которая предназначена для проведения в ней основной части магнитного потока.

Магнитопровод – магнитная система электротехнического изделия или совокупность нескольких ее частей в виде отдельной конструктивной единицы.

Номинальная масса магнитопровода – масса магнитопровода, рассчитанная для номинального размера и номинального коэффициента заполнения $k_3 = 0,7$.

Номинальные размеры магнитопровода – размеры магнитопровода, указанные в условном обозначении типоразмера.

Номинальный коэффициент заполнения – безразмерная величина, численно равная 0,7 для магнитопроводов из аморфных сплавов ГАММАМЕТ.

Остаточная магнитная индукция – магнитная индукция B_r , которая сохраняется в магнитном материале после его намагничивания и последующего уменьшения напряженности магнитного поля до нуля. Единица измерения в СИ – тесла (Тл).

Прямоугольная петля магнитного гистерезиса – петля магнитного гистерезиса с коэффициентом прямоугольности не менее 0,80.

Сердечник – ферромагнитная деталь, на которой или вокруг которой расположена обмотка электротехнического изделия.

Средняя длина магнитной силовой линии магнитопровода – величина равная для кольцевого магнитопровода $l_{cp} = \frac{\pi(D-d)}{\ln D/d}$, где D и d – наружный и внутренний диаметр магнитопровода. Для магнитопроводов, имеющих соотношение диаметров $D/d < 1,3$, можно использовать формулу $l_{cp} = \pi \frac{D+d}{2}$.

Температура Кюри – критическая температура, выше которой ферромагнетик становится парамагнетиком.

Термомагнитная обработка в поперечном магнитном поле – термическая обработка, в процессе которой магнитное поле перпендикулярно торцевой поверхности магнитопровода.

Термомагнитная обработка в продольном магнитном поле – термическая обработка, в процессе которой магнитное поле направлено вдоль окружности магнитопровода.

Приложение В
(справочное)

Патенты, использованные при производстве магнитопроводов ГАММАМЕТ

1. Патент России № 2009246. Кл. С22С19/07, Н01F1/14. Приор. 20.11.91. Оpubл. бюл. № 5, 1994. Аморфный сплав с высокой начальной магнитной проницаемостью.
2. Патент России № 2009248. Кл. С22С19/07, В22D11/06. Приор. 7.05.92. Оpubл. бюл. № 5, 1994. Ленточный сердечник для работы в слабых магнитных полях и способ его производства.
3. Патент России № 2009257. Кл. С22С38/16. Приор. 20.11.91. Оpubл. Бюл. № 5, 1994. Магнитомягкий аморфный сплав на основе железа.
4. Патент России № 2009258. Кл. С22С38/16, В22D11/06. Приор. 20.04.92. Оpubл. бюл. № 5, 1994. Магнитный сплав для отжига в окислительной среде и способ его производства.
5. Патент России № 2030956. Кл. В22D11/10. Приор. 20.11.91. Оpubл. Бюл. № 8, 1995. Устройство для производства быстрозакаленной ленты.
6. Патент России № 2033649. Кл. Н01F3/04, С22С38/16. Приор. 7.12.92. Оpubл. бюл. № 11, 1995. Ленточный сердечник из магнитного сплава на основе железа.
7. Патент России № 2098505. Кл. С22С19/07, 45/04. Приор. 12.07.96. Оpubл. бюл. № 34, 1997. Магнитомягкий аморфный сплав.
8. Патент России № 2115968. Кл. Н01F3/04, С22С19/07. Приор. 12.07.96. Оpubл. бюл. № 20, 1998. Магнитопровод.
9. Патент России № 2117714. Кл. С22С38/16, Н01F3/04. Приор. 6.03.95. Оpubл. бюл. № 23, 1998. Магнитный сплав и магнитопровод из этого сплава.
10. Патент России № 2149473. Кл. Н01F3/04, С22С38/08, 45/02, Н01F1/153. Приор. 5.08.98. Оpubл. бюл. № 14, 2000. Магнитопровод.
11. Патент России № 2187573. Кл. С22С19/07, 45/04, Н01F1/153. Приор. 17.10.2000. Оpubл. бюл. № 23, 2002. Магнитный сплав на основе кобальта.
12. Патент России № 2190275. Кл. Н01F3/04, С22С19/07. Приор. 17.10.2000. Оpubл. бюл. № 27, 2002. Магнитопровод.
13. Патент России № 2191658. Кл. В22D11/06. Приор. 18.04.2000. Оpubл. бюл. № 30, 2002. Способ производства аморфной ленты.

Приложение Г
(справочное)

Таблица Г.1 – Типичные магнитные свойства материала магнитопроводов в защитных контейнерах ГАММАМЕТ

Тип магнитопровода	B_{800} , Тл	$\mu_{0,08}$	μ_{\max}	$K_{п800}$ (* $K_{п10}$)	H_c , А/м	$P_{0,2/20}$, Вт/кг	T_c , °С	Плотность, кг/м ³
ГМ 501	0,43	150000	600000	0,6	0,15	3,6	150	7700
ГМ 414	1,17	60000	300000	0,6	1	4,5	600	7400
ГМ 503А	0,58	5000	1500000	0,92*	0,2	8,5	260	7700
ГМ 412А	1,17	10000	600000	0,9*	1,2	10	610	7400
ГМ 440А	1,5	1000	200000	0,9	4	30	420	7300
ГМ 515А	0,95	150	250000	0,94	1,5	60	500	7900
ГМ 503В	0,58	40000	50000	0,03	0,25	2,6	260	7700
ГМ 412В	1,17	30000	45000	0,07	1,2	3	610	7400
ГМ 440В	1,5	8000	20000	0,06	4	8	420	7300
ГМ 515В	0,95	1500	1550	<0,01	1,5	12	500	7900

Примечания

1 В таблице использованы следующие обозначения:

B_{800} – магнитная индукция при напряжённости магнитного поля 800 А/м.

$\mu_{0,08}$ – относительная магнитная проницаемость при напряжённости магнитного поля 0,08 А/м.

μ_{\max} – относительная максимальная магнитная проницаемость.

$K_{п}$ – коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса: $K_{п10}$ для ГМ 503А и ГМ 412А, а для остальных – $K_{п800}$.

H_c – коэрцитивная сила.

$P_{0,2/20}$ – удельные магнитные потери при максимальной магнитной индукции 0,2 Тл и частоте 20 кГц.

T_c – температура Кюри.

2 Дополнительную информацию о магнитопроводах ГАММАМЕТ можно найти в книге Стародубцев Ю.Н., Белозёров В.Я. «Магнитные свойства аморфных и нанокристаллических сплавов». Екатеринбург: Изд – во Урал. ун – та, 2003. 384 с. и на сайте www.gammamet.ru.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Размеры защитных контейнеров

Д.1 Пластмассовые защитные контейнеры

Таблица Д.1 – Геометрические размеры пластмассовых защитных контейнеров

Типоразмер магнитопровода	Размеры защитного контейнера		
	$h' \pm 0,75$, мм	$D' \pm 0,5$, мм	$d' \pm 0,5$, мм
ОЛ15/25-10	13,5	29,0	12,5
ОЛ20/32-10	13,5	34,0	17,5
ОЛ28/45-10	15,0	50,0	23,3
ОЛ40/64-10	15,0	69,5	36,3
ОЛ40/64-20	26,0	69,5	36,3
ОЛ40/64-30	36,5	69,5	36,3

Д.2. Определение размеров защитных контейнеров.

В таблице Д.2 приведены размеры кольцевого защитного контейнера $d_k/D_k - h_k$ в зависимости от наружного диаметра магнитопровода D .

Таблица Д.2 Размеры кольцевого защитного контейнера $d_k/D_k - h_k$.

Наружный диаметр магнитопровода D , мм	Наружный диаметр защитного контейнера D_k , мм	Внутренний диаметр защитного контейнера d_k , мм	Высота защитного контейнера h_k , мм
менее 200	$D + 5$	$d - 5$	$h + 5$
201 – 300	$D + 6$	$d - 6$	$h + 5$
301 – 400	$D + 7$	$d - 7$	$h + 9$
401 – 450	$D + 9$	$d - 9$	$h + 9$
451 – 500	$D + 9$	$d - 9$	$h + 9$
501 – 600	$D + 10$	$d - 10$	$h + 11$
601 – 700	$D + 11$	$d - 11$	$h + 11$

Предельные отклонения размеров защитного контейнера: $d_k^{-1,0}/D_k^{+1,0} - h_k^{+2,0}$.

Прияты следующие обозначения:

D – наружный номинальный диаметр магнитопровода, мм;

d – внутренний номинальный диаметр магнитопровода, мм;

h – номинальная высота магнитопровода, мм;

D_k – наружный номинальный диаметр защитного контейнера, мм;

d_k – внутренний номинальный диаметр защитного контейнера, мм;

h_k – номинальная высота защитного контейнера, мм.»

Приложение Е
(рекомендуемое)

Метод определения магнитной проницаемости

Магнитную проницаемость определяют измерением индуктивности магнитопровода на частоте 1 кГц с помощью автоматического измерителя индуктивности (моста) типа Е7-13, Е7-8 или другого аналогичного прибора. Измерительная обмотка наносится равномерно по всей длине магнитопровода. Для расчета относительной магнитной проницаемости μ используют формулу

$$\mu = \frac{Ll_{\text{cp}}}{\mu_0 S w^2},$$

где L – индуктивность обмотки, (Гн)

μ_0 – магнитная постоянная, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м

w – число витков

l_{cp} – средняя длина магнитной силовой линии магнитопровода, м

S – площадь поперечного сечения магнитного материала магнитопровода, м²

Среднюю длину магнитной силовой линии магнитопровода вычисляют по формулам

$$l_{\text{cp}} = \pi \frac{D+d}{2} \text{ при } D/d < 1,3$$

$$l_{\text{cp}} = \frac{\pi(D-d)}{\ln D/d} \text{ при } D/d \geq 1,3.$$

Площадь поперечного сечения магнитного материала магнитопровода S вычисляют по формуле

$$S = k_3 \frac{D-d}{2} h$$

где D – номинальный наружный диаметр магнитопровода, м

d – номинальный внутренний диаметр магнитопровода, м

h – номинальная высота магнитопровода, м

k_3 – номинальный коэффициент заполнения магнитопровода магнитным материалом, равный 0,7.

Полученное в результате измерений и расчетов численное значение относительной магнитной проницаемости приближается к численному значению начальной относительной магнитной проницаемости.

Приложение Ж
(рекомендуемое)

Измерение кривой намагничивания методом вольтметра – амперметра

Принципиальная электрическая схема метода вольтметра – амперметра представлена на рисунке Ж.1. На магнитопровод наносится две обмотки. В первичной обмотке измеряется действующее значение тока I_1 , а на вторичной обмотке – среднее значение напряжения U_{2cp} .

В расчётах используются следующие соотношения: закон полного тока $H_m l_{cp} = \sqrt{2} I_1 w_1$, закон электромагнитной индукции $U_{2cp} = 4B_m S f w_2$ и материальное уравнение $B_m = \mu \mu_0 H_m$.

При этом использовались следующие обозначения:

B_m – максимальная магнитная индукция, Тл

H_m – максимальная напряжённость магнитного поля, А/м

μ – относительная магнитная проницаемость

μ_0 – магнитная постоянная, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м

I_1 – действующее значение тока в первичной обмотке, А

U_{2cp} – среднее значение напряжения на вторичной обмотке, В

w_1 – число витков первичной обмотки

w_2 – число витков вторичной обмотки

f – частота переменного тока

S – площадь поперечного сечения магнитного материала магнитопровода, м²

l_{cp} – средняя длина магнитной силовой линии магнитопровода, м

Магнитную индукцию и напряжённость магнитного поля вычисляют из следующих соотношений:

$$B_m = \frac{U_{2cp}}{4S f w_2}, \quad H_m = \frac{\sqrt{2} I_1 w_1}{l_{cp}}.$$

Для синусоидального напряжения $U_{2cp} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2$ и $B_m = \frac{U_2}{\sqrt{2}\pi S f w_2}$, где U_2 – действующее значение напряжения на вторичной обмотке, В.

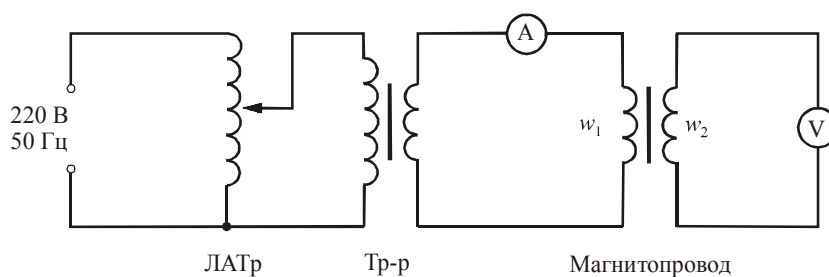


Рисунок Ж.1 Принципиальная схема измерения магнитных параметров магнитопроводов методом вольтметра – амперметра.

