



MSTATOR

опыт открытия новых горизонтов

55 ЛЕТ ОПЫТА
ПРОИЗВОДСТВА
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
КОМПОНЕНТОВ

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

АМОРФНЫЕ И НАНОКРИСТАЛИЧЕСКИЕ МАГНИТОПРОВОДЫ

- Новые материалы и новые параметры
- Решение проблем ЭМС
- Повышение эффективности передачи электроэнергии
- Уменьшение потерь



МСТАТОР обладает уникальным в России и одним из самых широких в мире параметрическим рядом аморфных и нанокристаллических материалов. Компания является одним из немногих производителей лент толщиной 16-18 мкм, необходимых для работы при частотах 100 кГц и выше. Благодаря уникальному комплексу физических свойств, аморфные и нанокристаллические ленты достигают прорывных целей в энергоэффективности изделий, снижении их массогабаритных характеристик, улучшении функциональных показателей.



НА ОСНОВЕ АМОРФНЫХ И
НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ
СПЛАВОВ "АМАГ"

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
1.1 Общая информация по аморфным сплавам	5
1.2 Типичные свойства магнитомягких сплавов	6
1.3 Типичная схема применения для ИИП (AC/DC)	7
2. Магнитопроводы из аморфного сплава для магнитных усилителей (серия MSSA)	8
3. Магнитопроводы из нанокристаллического сплава для магнитных усилителей (серия MSSN)	12
4. Магнитопроводы для синфазных дросселей (серии MSF, MSFN)	15
5. Магнитопроводы для силовых трансформаторов (серия MSTN)	22
6. Магнитопроводы дроссельные с немагнитным зазором (серия MSC-NG)	26
7. Магнитопроводы дроссельные с распределённым зазором (серия MSC)	29
8. Магнитопроводы с низкой проницаемостью и малыми потерями (серия MSCN)	31
9. Магнитопроводы помехоподавляющие (серии MSK, MSB)	35
10. Индуктивные компоненты для систем телекоммуникации (серия MSP)	38
11. Магнитопроводы для High-End аудио аппаратуры (серия MSTAN)	41
12. Контакты	46



1. ВВЕДЕНИЕ

Магнитопроводы из аморфных и нанокристаллических сплавов

Аморфные сплавы в виде лент производятся по технологии сверхбыстрого охлаждения расплава со скоростью охлаждения около миллиона градусов Цельсия в секунду. Расплав через калиброванное сопло выливается на вращающийся водоохлаждаемый медный диск. За счёт высокой скорости охлаждения не успевают сформироваться кристаллическая решётка. Металл застывает в виде ленты с аморфной внутренней структурой, характерной для жидкостей.

Аморфная структура обеспечивает высокую подвижность магнитных доменов, не связанных кристаллической решёткой, что определяет хорошие магнитно-мягкие свойства аморфных сплавов. Эти материалы быстро нашли свою сферу применения, последовало большое количество разработок в различных областях.

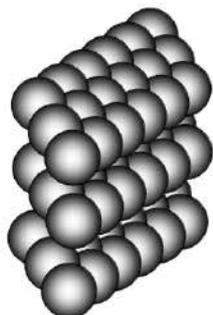
За счёт уникального набора свойств большое распространение получили аморфные сплавы на основе Fe. Они имеют достаточно большую индукцию насыщения (1.2 Тл) и отличную температурную стабильность свойств за счёт высокой температуры Кюри (560°C).

Современные нанокристаллические сплавы по магнитной проницаемости и потерям приближаются к сплавам на основе кобальта, но их цена при этом почти вдвое ниже. В то же время частотные характеристики и температурная стабильность таких материалов превосходят свойства сплавов на основе кобальта, что делает их незаменимыми для синфазных помехоподавляющих фильтров.

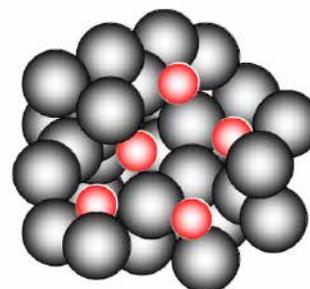
В настоящее время появился целый ряд нанокристаллических материалов с различной индукцией насыщения, проницаемостью и линейностью петли гистерезиса. Они используются во всех областях электроники. Магнитные свойства, такие, как проницаемость, коэрцитивная сила, коэффициент прямоугольности и т.д., могут быть оптимизированы в ходе соответствующей термомагнитной обработки в соответствии с областью применения.

1.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО АМОРФНЫМ СПЛАВАМ

Атомная Структура:



Кристаллическая структура



Аморфная Структура
(благодаря технологии сверхбыстрого охлаждения)

Характеристики:

- Отличные магнитомякие свойства
- Толщина ленты от 16 мкм до 20 мкм
- Высокое удельное электрическое сопротивление
- Низкие потери на высокой частоте

Преимущества:

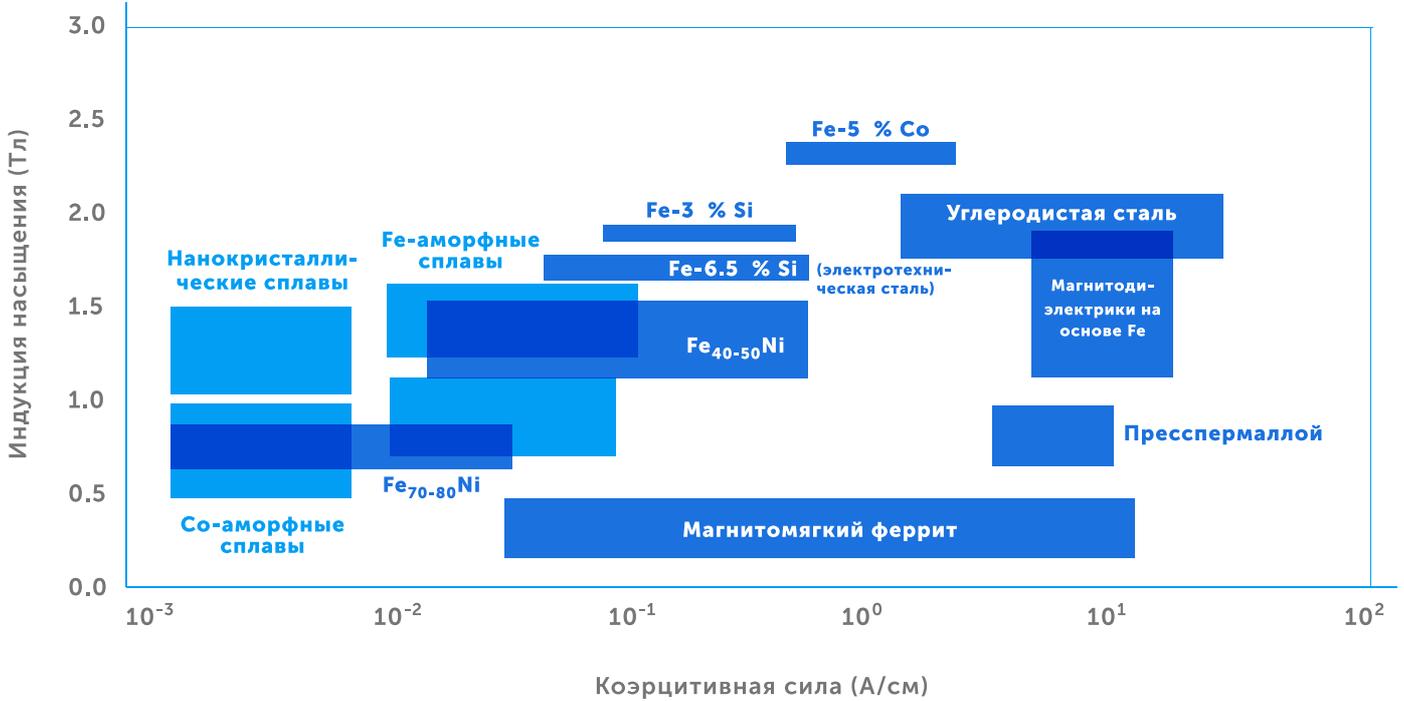
- Миниатюризация электронного оборудования
- Отличные высокочастотные характеристики
- Подавление помех
- Энергосбережение

Применение:

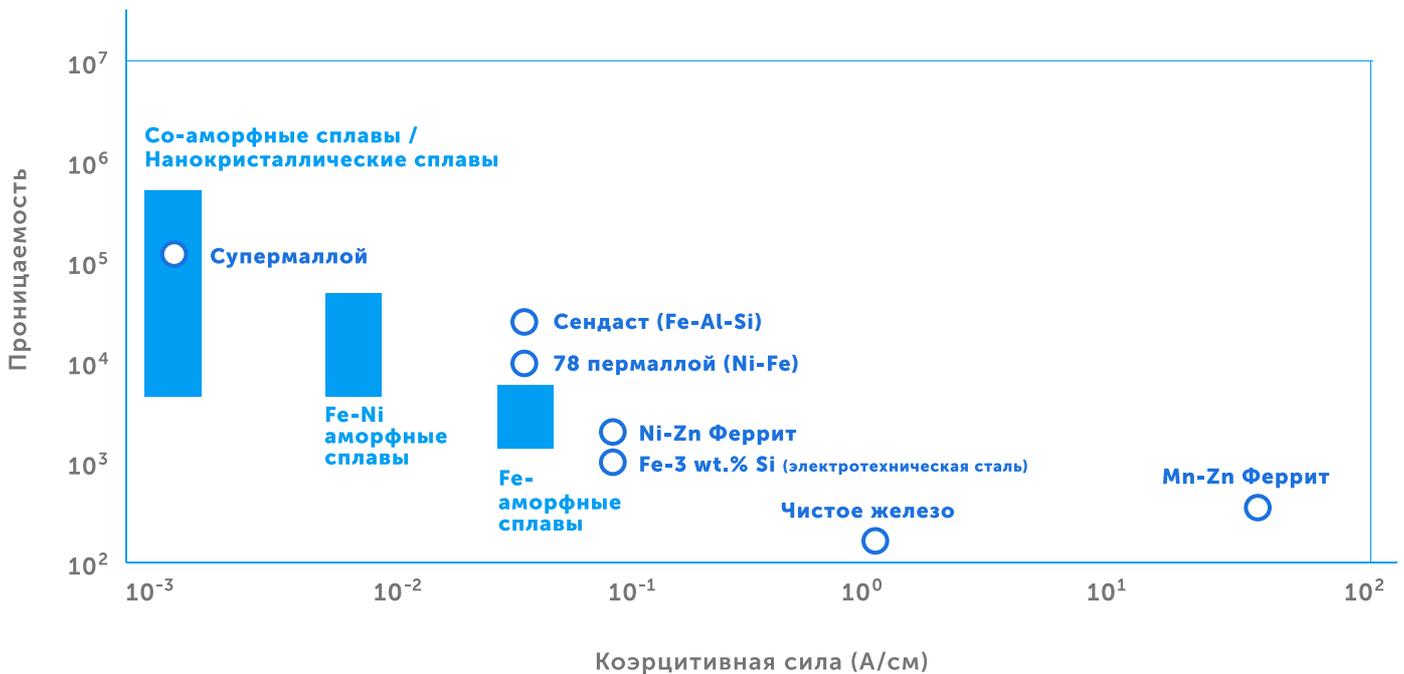
- DC/DC, AC/DC преобразователи
- Импульсные источники питания
- Высокочастотные силовые трансформаторы
- Помехоподавляющие фильтры в автомобильных аудио системах
- Импульсные трансформаторы для телекоммуникации: ISDN, xDSL, ADSL, VDSL
- Дроссели для коррекции коэффициента мощности
- Трансформаторы в обратноходовых преобразователях
- Измерительные трансформаторы тока и напряжения
- Дифференциальные дроссели
- Синфазные дроссели для источников питания и сигнальных цепей
- Магнитные головки
- Дроссели для автомобильных устройств контроля температуры
- Датчики потока для систем навигации
- Магнитные антикражные метки для библиотек, в сфере торговли и т.п.
- Магнитные датчики перегрева в бытовых трансформаторах
- Аудио трансформаторы и дроссели

1.2 ТИПИЧНЫЕ СВОЙСТВА МАГНИТОМЯГКИХ СПЛАВОВ

Индукция насыщения относительно коэрцитивной силы

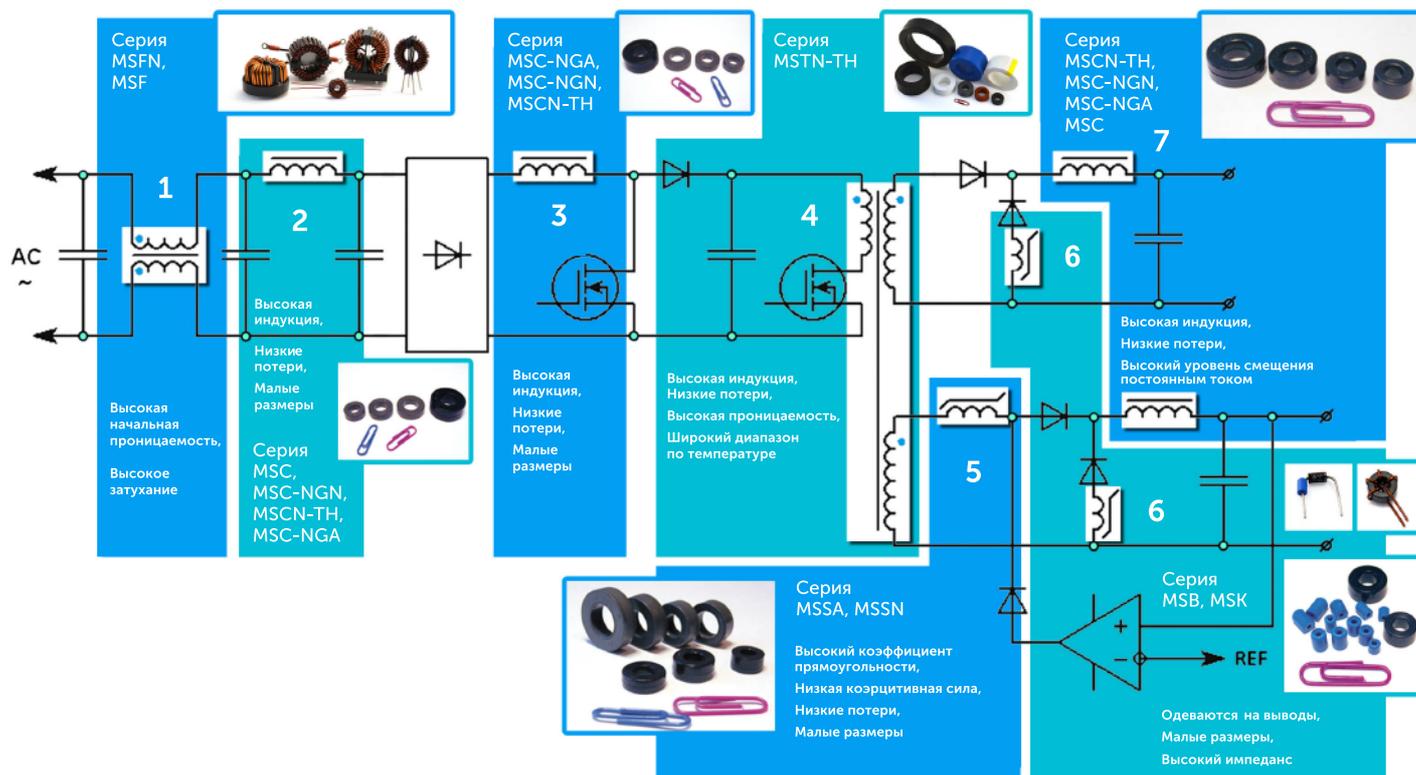


Проницаемость относительно коэрцитивной силы



1.3 ТИПИЧНАЯ СХЕМА ПРИМЕНЕНИЯ В ИИП

Типичная схема ИИП



Основное применение в импульсных источниках питания

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	МАТЕРИАЛ-СПЛАВ	ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕРИИ
1. Синфазный дроссель	Аморфный на основе Co Нанокристаллический	Серия MSF Серия MSFN
2. Дифференциальный дроссель	Аморфный на основе Fe Нанокристаллический	Серии MSC, MSC-NGA Серии MSCN-TH, MSC-NGN
3. Дроссель коррекции коэффициента мощности (ККМ)	Аморфный на основе Fe Нанокристаллический	Серия MSC-NGA Серии MSCN-TH, MSC-NGN
4. Силовой Трансформатор	Нанокристаллический	Серия MSTN-TH
5. Магнитный усилитель	Аморфный на основе Co Нанокристаллический	Серия MSSA Серия MSSN
6. Одновитковые помехоподавляющие магнитопроводы	Аморфный на основе Co	Серия MSB
6. Многовитковые помехоподавляющие магнитопроводы	Аморфный на основе Co	Серия MSK
7. Выходной дроссель	Аморфный на основе Fe Нанокристаллический	Серии MSC, MSC-NGA Серии MSCN-TH, MSC-NGN

2 МАГНИТОПРОВОДЫ ИЗ АМОРФНОГО СПЛАВА ДЛЯ МАГНИТНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ (МУ)

Описание

Технология магнитных усилителей (МУ) является одним из простых, наиболее надежных и экономически эффективных способов регулирования, обеспечивающих управление на вторичной стороне многоканальных импульсных источников питания.

Магнитопроводы МУ теперь являются классическим решением для реализации высокой точности и высокой эффективности независимых выходов в импульсных источниках питания серверов, телекоммуникационной аппаратуры и персональных компьютеров.

MSSA СЕРИЯ

Серия MSSA из аморфного сплава AMAГ172 (на основе Co) для МУ дает следующие привлекательные преимущества:

1. Короткий срок разработки с низкой общей стоимостью

Достигается простая конструкция схемы с несколькими компонентами для цепи управления.

2. Высокая надежность

МУ может выдерживать мгновенные скачки тока или напряжения и защищать выходной диод от коротких выбросов напряжения и тока в цепи. Дроссель МУ одновременно с функцией регулирования выполняет функцию подавления помех, решая задачу электромагнитной совместимости.

3. Высокая точность и низкие помехи

Выходное напряжение каждого канала стабильно как при изменениях нагрузки этого канала, так и при динамическом изменении нагрузки в остальных каналах. Все каналы с использованием МУ независимы друг от друга. Шум от выходного диода подавляется высокой индуктивностью дросселя МУ в последовательном соединении с диодом.

Этим дроссель МУ выгодно отличается от полупроводникового регулирования (например, MOSFET), которое добавляет высокочастотный шум переключения в регулируемую цепь.

Преимущества:

- Высокая прямоугольность (>97%)
- Низкая коэрцитивная сила, менее 17 А/м в режиме 100 кГц, 80 А/м
- Низкий перегрев дросселей МУ
- Высокая эффективность источников питания
- Низкий ток управления
- Трудногорючие. ГОСТ 12.1.044-89

Применение:

- Магнитные усилители для мощных импульсных источников питания (ПК, сервер, зарядная станция, аппаратура для гальваники, сварочная аппаратура и т.п.)
- Магнитные усилители для преобразователей AC/DC, DC-DC
- Источники питания для систем телекоммуникации
- Адаптеры для ноутбука /портативного компьютера
- Трансформаторы автогенераторных преобразователей
- Многоканальные источники питания различного назначения

Размеры магнитопроводов и характеристики

НАИМЕНОВАНИЕ	1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2 L_{eff} (мм)	3 A_{eff} (мм ²)	4 V_{eff} (мм ³)	5 W_a (мм ²)	6 m (г)	7 $2\Phi_m$ (мкВб) $\pm 15\%$
	OD	ID	HT						
В пластмассовом контейнере									
MSSA-09S-L(N)	10.7	5.5	6.3	25.1	3.6	88	24	0.70	4.1
MSSA-10-S-L(N)	11.9	5.8	6.3	27.2	4.9	129	26	1.02	5.5
MSSA-10B-L(N)	11.2	5.7	5.7	26.2	5.94	157	26	1.20	6.9
MSSA-11A-L(N)	14.0	6.6	4.8	30.1	3.84	113	34	0.89	4.3
MSSA-11S-L(N)	14.0	6.6	6.3	30.1	5.76	196	34	1.34	6.6
MSSA-12A-L(N)	14.0	6.6	4.8	31.4	4.8	147	34	1.16	5.4
MSSA-12S-L(N)	14.0	6.6	6.3	31.4	7.2	221	34	1.74	8.1
MSSA-13B-L(N)	14.7	7.8	4.6	35.0	4.2	144	48	1.14	4.8
MSSA-14S-L(N)	15.9	6.8	6.5	35.0	10.3	350	36	2.76	11.6
MSSA-15A-L(N)	16.7	10.5	6.3	42.4	5.4	223	87	1.76	6.1
MSSA-15S-L(N)	16.9	8.6	6.5	39.3	9.0	355	58	2.72	10.5
MSSA-16B-L(N)	17.8	11.0	5.1	44.9	4.1	179	95	1.42	4.6
MSSA-16D-L(N)	17.8	8.3	8.1	39.9	13.0	504	54	3.98	14.8
MSSA-16A-L(N)	17.8	8.3	8.1	40.8	14.4	588	54	4.53	16.7
MSSA-18S-L(N)	19.8	10.4	6.4	47.1	10.8	496	85	3.92	12.2
MSSA-18D-L(N)	20.0	8.7	12.0	46.2	21.6	973	59	7.68	24.4
MSSA-19B-L(N)	21.2	11.0	5.1	50.1	8.3	407	95	3.21	9.4
MSSA-19A-L(N)	21.6	11.0	7.9	50.6	16.3	805	95	6.35	18.5
MSSA-20A-L(N)	22.5	10.4	10.1	51.0	24.0	1195	85	9.43	27.1
MSSA-21S-L(N)	22.8	12.4	6.3	55.0	12.6	675	121	5.33	14.3
MSSA-25A-L(N)	27.7	17.3	12.9	70.7	20.0	1378	235	10.9	22.6
MSSA-25S-L(N)	28.4	13.8	12.2	64.4	36.0	2261	150	17.8	40.7

Примечания к таблице:

- 1 Номинальные размеры готового магнитопровода в контейнере. Внеш. диам. - Внутр. диам. - Высота.
- 2 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 3 Номинальные значения эффективной площади поперечного сечения.
- 4 Номинальные значения эффективного объема.
- 5 Номинальные значения площади окна.
- 6 Номинальные значения массы магнитопровода без контейнера.
- 7 Полный (двойной) поток на частоте 100 кГц, 80 А/м и +25°C.

L – отжиг в продольном магнитном поле, N – отжиг без магнитного поля.

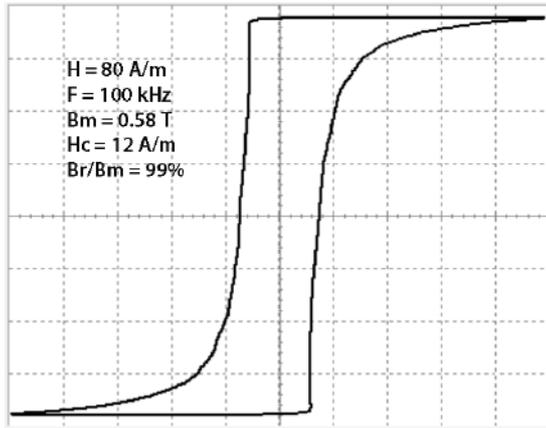
- **Коэффициент прямоугольности**, V_r/V_m в режиме 100 кГц, 80 А/м и +25°C для магнитопроводов типа L больше 97%, для типа N – больше 96%. В режиме 1 кГц, 80 А/м и +25°C для типа L больше 93%, для типа N больше 86%.

- **Коэрцитивная сила**, H_c ниже 17 А/м (типичное значение 12 А/м) при 100 кГц, 80 А/м и +25°C.

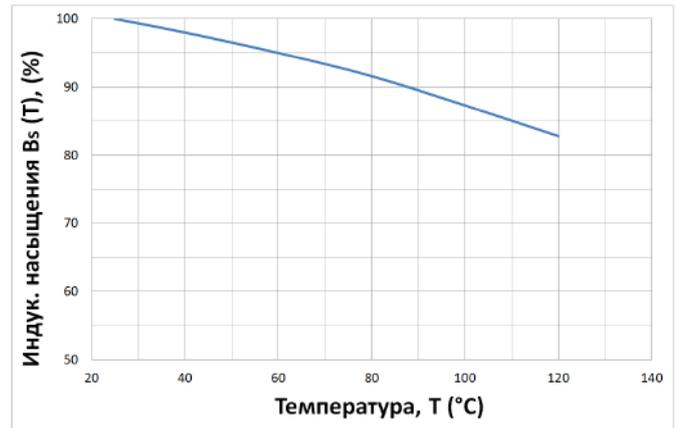
По согласованию возможно предоставление распечатанных параметров петли гистерезиса выборки с целью отбора согласованных пар и т.п.

Типичные магнитные характеристики серии MSSA

Форма петли гистерезиса при 100кГц



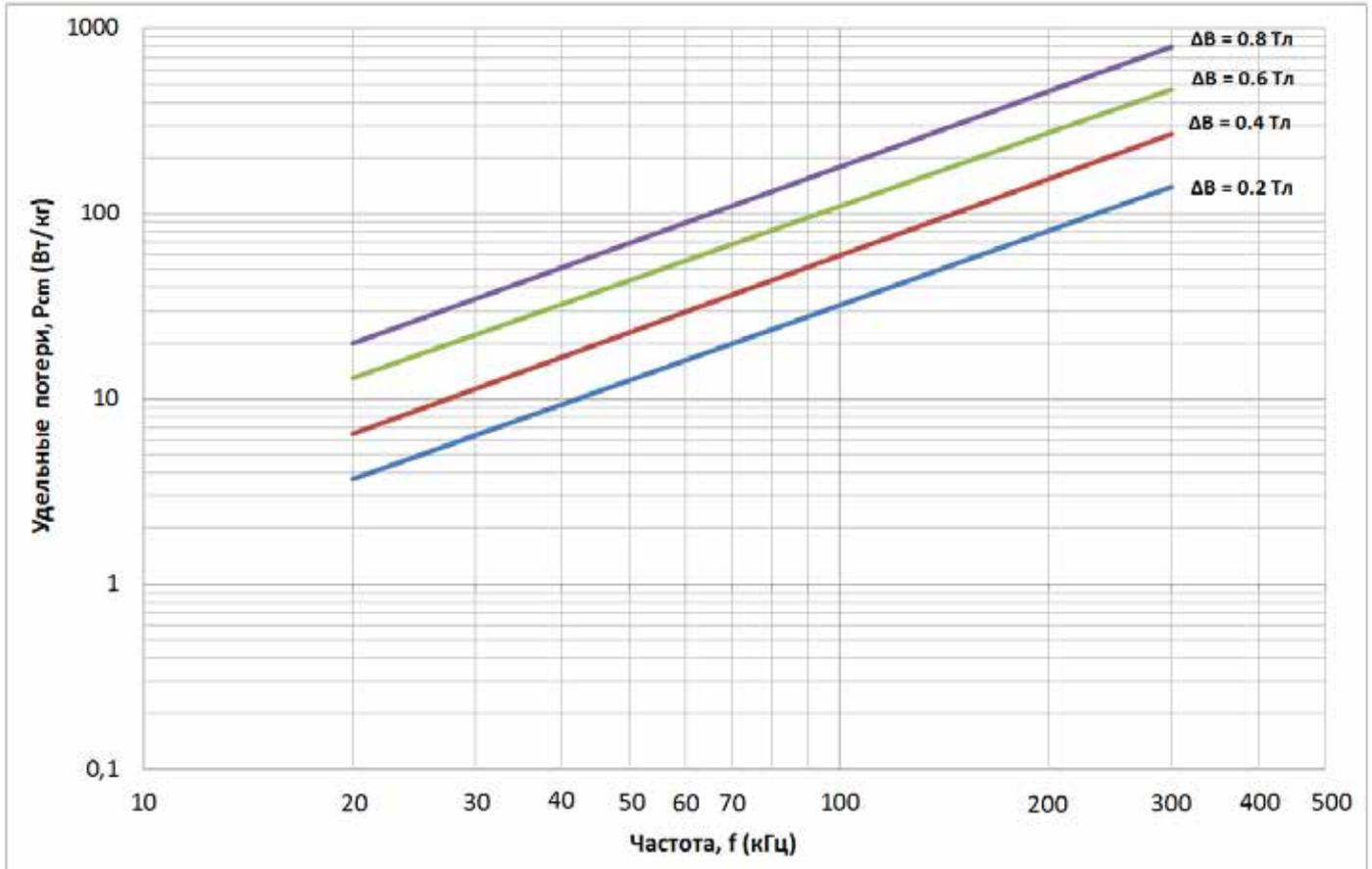
Температурная зависимость $B_m(T)$



* При высоких температурах разработчику необходимо учесть снижение индукции и полного (двойного) потока с ростом температуры.

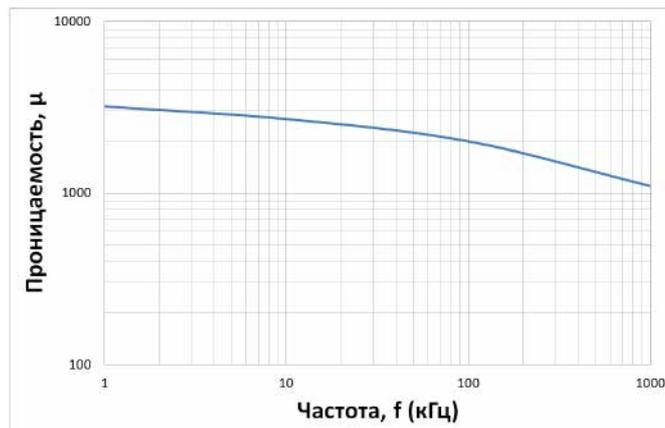
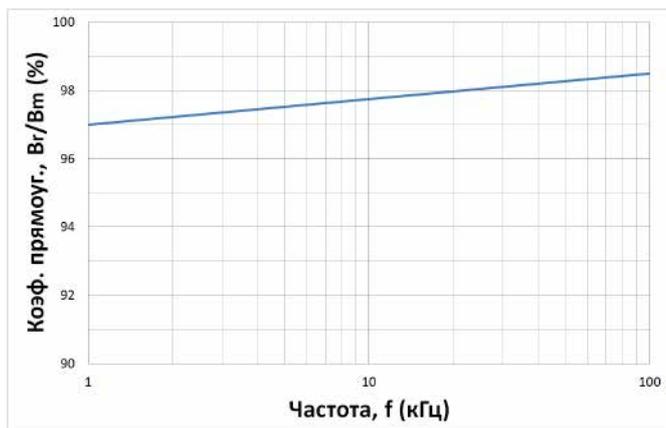
Удельные магнитные потери $P_{cm}(f, \Delta B)$

СЕРИЯ MSSA-XXX-L



* Потери измерены в режиме синусоидального биполярного изменения индукции от $-B$ до $+B$

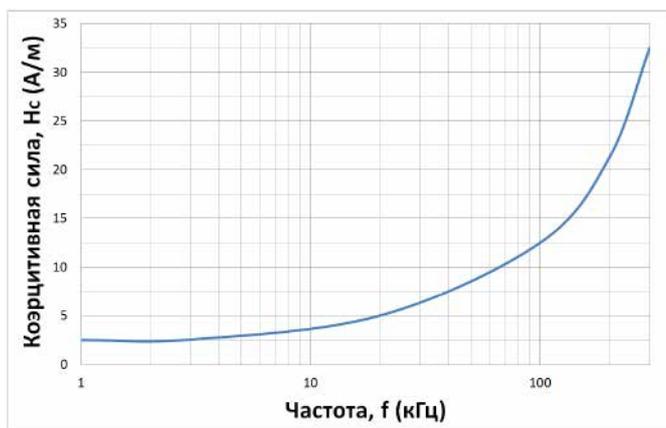
Зависимость коэффициента прямоугольности и проницаемости от частоты



* Коэффициент прямоугольности серии MSSA-XXX-L пренебрежимо мало растёт с частотой намагничивания, что оптимально подходит для высокостабильного многоканального ИИП.

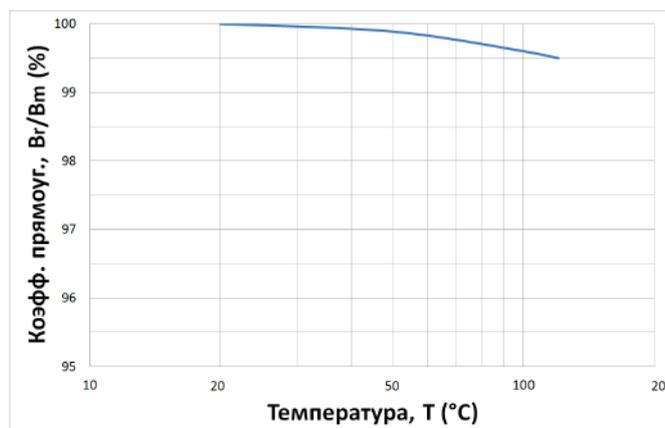
* Проницаемость в серии MSSA-XXX-L сильно зависит от частоты, что необходимо учитывать для проектирования стабильной цепи обратной связи в схеме блока питания.

Зависимость H_c от частоты



* Низкая коэрцитивная сила позволяет работать на частоте преобразования до 300 кГц.

Зависимость Vr/Vm от температуры



* Коэффициент прямоугольности практически не изменяется при температуре окружающей среды до +100°C и не влияет на регулирование выходного напряжения.

3 МАГНИТОПРОВОДЫ ИЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА ДЛЯ МАГНИТНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ (МУ)

Описание

Магнитопроводы серии MSSN – это новый класс магнитопроводов для МУ. Они изготовлены из нанокристаллического пятикомпонентного магнитомягкого сплава АМАГ200 на основе железа.

Нанокристаллические материалы имеют высокое электрическое удельное сопротивление около 1.2 мкОмхм и толщину ленты около 16 ~ 20 мкм, поэтому потери на вихревые токи относительно низки вплоть до частот около 100 кГц. В импульсном источнике питания высокая

магнитная индукция, равная 1.2 Тл, высокий коэффициент прямоугольности, более 97%, и отличная термическая стабильность дают явное преимущество перед многими существующими материалами.

Схемы с применением МУ для регулирования вторичного выходного напряжения являются очень экономичными и надёжными в источниках питания общего назначения и в спецтехнике.

MSSN

СЕРИЯ

Серия MSSN для МУ дает следующие привлекательные преимущества:

1. Снижение цены

Уменьшение габаритов дросселя МУ за счёт высокой индукции насыщения и применение недорогого сплава на основе железа даёт значительное снижение цены.

2. Высокая рабочая температура

Высокая температура Кюри (более 560°C) материала обеспечивает стабильную работу при температурах до +155°C. Это ограничение рабочей температуры из-за пластмассовых контейнеров, клеев и т.п.

3. Высокоточное регулирование

Высокая прямоугольность и относительно низкая коэрцитивная сила обеспечивают точное регулирование при динамически изменяющейся нагрузке.

Преимущества:

- Высокая индукция насыщения 1.2 Тл
- Широкий диапазон рабочих температур, от -60 до +155°C
- Уменьшение размеров дросселя МУ

Применение:

- Дроссели МУ для импульсных источников питания
- Трансформаторы автогенераторных преобразователей
- Источники питания для ПК
- Мощные сварочные источники питания.
- Открытые импульсные источники питания
- Источники тока для гальванотехники
- Точный контроль критичного выходного напряжения, например, 3.3 В, 5 В и 12 В в ИИП ПК и серверов
- Зарядные станции для электромобилей
- Многоканальные ИИП с независимостью выходов от уровня и динамики нагрузок в других каналах

Размеры магнитопроводов и характеристики

НАИМЕНОВАНИЕ	1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2 L_{eff} (мм)	3 A_{eff} (мм ²)	4 V_{eff} (мм ³)	5 W_a (мм ²)	6 m (г)	7 $2\Phi_m$ (мкВб) $\pm 15\%$
	OD	ID	HT						
В пластмассовом контейнере									
MSSN-10B-L	11.9	5.8	6.3	26.37	5.18	136.6	26	1.00	13.5
MSSN-11S-L	14.0	6.6	6.3	29.83	4.86	145.0	34	1.06	12.6
MSSN-13B-L	14.7	7.8	5.1	35.01	3.80	133.0	49	0.98	9.9
MSSN-15S-L	16.9	8.6	6.5	39.25	8.10	317.9	59	2.32	21.1
MSSN-18S-L	19.8	10.4	6.4	46.16	8.75	403.9	85	2.95	22.7

Примечания к таблице:

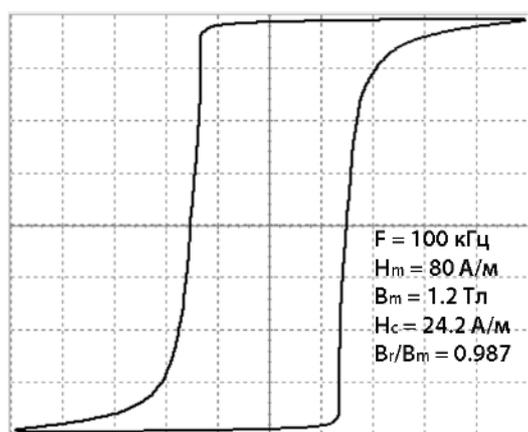
- Номинальные размеры готового магнитопровода в контейнере. Внеш. диам. - Внутр. диам. - Высота.
- Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- Номинальные значения эффективной площади поперечного сечения.
- Номинальные значения эффективного объема.
- Номинальные значения площади окна.
- Номинальные значения массы магнитопровода без контейнера.
- Полный (двойной) поток на частоте 100 кГц, 80 А/м и +25°C.

Коэффициент прямоугольности, V_r/V_m больше 97% в режиме 100 кГц, 80 А/м и +25°C.

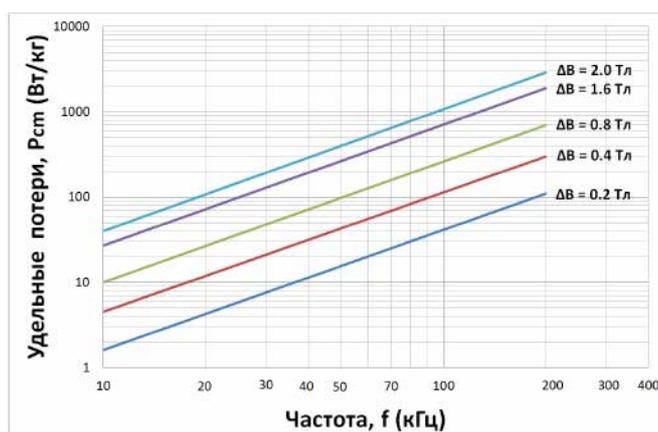
Коэрцитивная сила, H_c ниже 35 А/м (типичное значение 25 А/м) при 100 кГц, 80 А/м и +25°C.

Типичные магнитные характеристики серии MSSN

Форма петли В-Н на частоте 100кГц

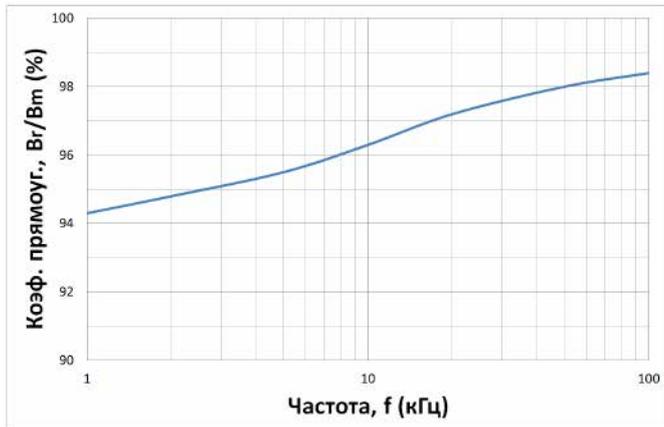


Удельные потери, P_c (f, ΔB)



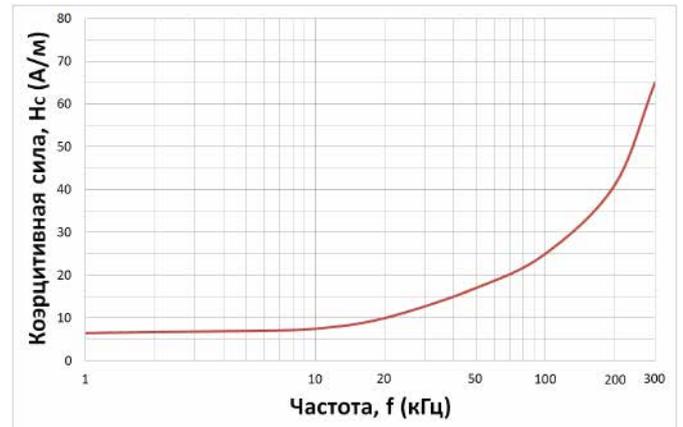
* Удельные потери магнитопровода измерены в режиме синусоидального биполярного изменения индукции от $-B$ до $+B$

Зависимость B_r/V_m от частоты



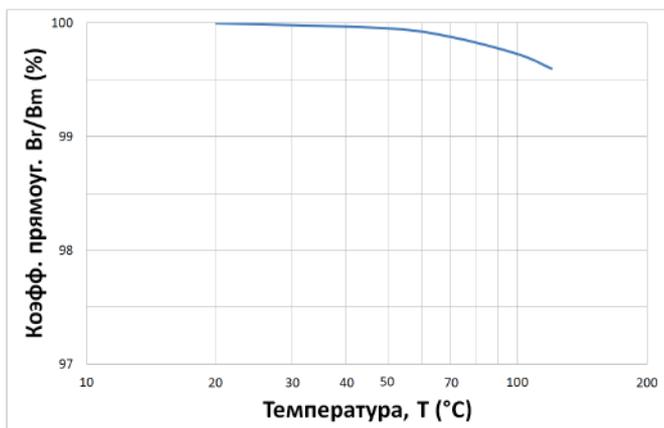
* Высокий коэффициент прямоугольности во всем диапазоне частот.

Зависимость H_c от частоты



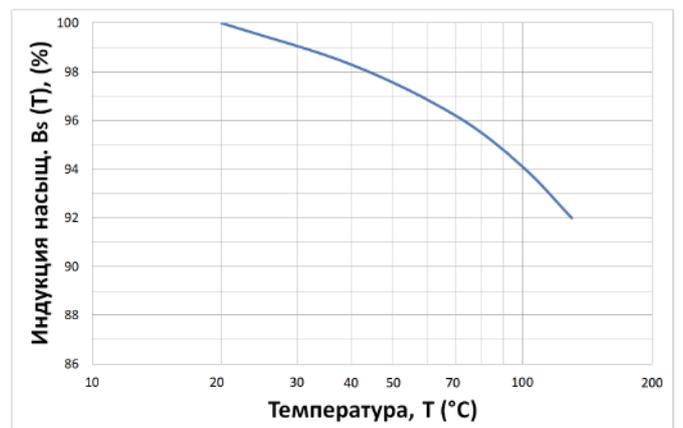
* Относительно низкая коэрцитивная сила позволяет работать на частоте преобразования до 100 кГц

Зависимость B_r/V_m от температуры



* Коэффициент прямоугольности практически не изменяется при температуре окружающей среды до +155°C и не влияет на регулирование выходного напряжения.

Зависимость B_s от температуры



* За счёт высокой температуры Кюри снижение индукции насыщения с ростом температуры значительно ниже относительно серии MSSA.

4 МАГНИТОПРОВОДЫ ДЛЯ СИНФАЗНЫХ ДРОССЕЛЕЙ

Описание

С 90-х годов МСТАТОР выпускает магнитопроводы серии MSF (КВШУ.684459.092ТУ) с высокой проницаемостью, изготовленные из аморфного сплава АМАГ170 на основе Со.

Позднее освоена новая серия магнитопроводов MSFN (КВШУ.684459.093ТУ) из улучшенного нанокристаллического сплава АМАГ200С на основе Fe с уменьшенной магнитострикцией насыщения.

Современное развитие электроники привело к повсеместному применению импульсных источников питания (ИИП), что резко повысило требования к электромагнитной совместимости (ЭМС). Для решения проблемы ЭМС на входе ИИП используются помехоподавляющие фильтры, основой которых являются синфазные помехоподавляющие дроссели.

Синфазные фильтры решают две задачи. С одной стороны они обеспечивают защиту устройств от входящего высокочастотного шума, поступающего из сети электропитания и по эфиру. С другой стороны они

защищают сеть электропитания от шума, исходящего от устройств-источников помех, подключенных к этой сети. Такими источниками помех являются устройства, в которых происходит быстрое изменение тока и/или напряжения, например, мощные коллекторные электродвигатели, сварочное оборудование, импульсные источники питания и др.

Без применения эффективных помехоподавляющих фильтров провода сети электропитания превращаются в антенное поле, распространяющее электромагнитные помехи по эфиру. Помехи могут быть периодическими, как в случае ИИП, или непериодическими, например, в случае линии передачи данных.

Область применения синфазных дросселей охватывает все сферы от телекоммуникационного оборудования для передачи сигналов до импульсных источников питания, преобразователей частоты, источников бесперебойного питания, сварочных устройств, электродвигателей и т.п.

MSF СЕРИЯ

MSFN СЕРИЯ

Синфазные дроссели на основе **серий MSF и MSFN** в сравнении с дросселями из традиционных магнитомягких материалов: ферритов, пермаллоев и т.п. обеспечивают **более высокое затухание в широком диапазоне частот**. Типичная проницаемость для **серий MSF и MSFN** составляет 80000 ÷ 100000, что на порядок больше чем у ферритов с высокой проницаемостью, традиционно применяемых в синфазных дросселях. Это позволяет в 3-4 раза сократить число витков обмотки дросселя, и резко сократить паразитные емкости, что приводит к росту резонансной частоты дросселей и коэффициента подавления в области высоких частот. Новые нанокристаллические магнитопроводы **серии MSFN** имеют значительно меньший спад проницаемости с ростом частоты, **лучшую температурную стабильность** и более низкую цену относительно **серии MSF** из аморфного сплава на основе кобальта.

Преимущества:

- Высокая проницаемость
- Снижение размеров и веса дросселей
- Снижение количества витков и паразитных емкостей обмоток
- Низкое DC сопротивление
- Низкие потери в обмотках
- Высокий полный импеданс в широком диапазоне частот
- Высокий коэффициент подавления помех в широком диапазоне частот

Применение:

- Синфазные фильтры электромагнитных помех
- Преобразователи интерфейса телекоммуникаций и передачи данных
- Трансформаторы тока
- Устройства защитного отключения

Размеры магнитопроводов и характеристики

Магнитопроводы из аморфного сплава (на основе Co) серии MSF для синфазных дросселей

НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2 A_{eff} (мм ²)	3 L_{eff} (мм)	4 m (г)	5 A_L мкГн/вит ² +40/-25%	
	OD	ID	HT	OD	ID	HT				10 кГц	100кГц
В алюминиевом контейнере *											
MSFL-04S-T	4.0	2.5	1.0	4.3	2.2	1.3	0.60	10.2	0.05	6.2	1.5
MSFL-04A-T	4.0	2.4	2.0	4.2	2.2	2.4	1.28	10.0	0.10	18.7	3.2
MSFL-06S-T	6.4	3.0	2.5	6.7	2.7	2.8	3.40	14.8	0.39	26.7	5.8
MSFL-06A-T	6.3	3.5	3.5	6.7	3.1	4.0	3.92	15.4	0.46	30.7	6.4
MSFL-07A-T	7.0	3.5	3.8	7.3	3.1	4.1	5.32	16.5	0.68	33.6	8.1
MSFL-08A-T	8.3	3.5	1.0	8.7	3.0	1.4	1.92	18.5	0.27	11.4	2.6
MSFL-08S-T	8.0	4.0	3.0	8.3	3.7	3.3	4.80	18.8	0.70	30.7	6.4
MSFL-09A-T	9.0	4.3	0.7	9.4	4.0	1.1	1.32	20.9	0.21	6.9	1.6
MSFL-09S-T	9.0	4.3	1.0	9.4	4.0	1.4	1.88	20.9	0.30	10.0	2.3
В пластмассовом контейнере *											
MSF-10S-T	9.8	6.5	4.5	11.4	5.0	6.1	5.9	25.6	1.17	34.7	5.8
MSF-12A-T	12.0	8.0	3.0	14.2	6.4	5.0	4.8	31.4	1.16	15.1	3.8
MSF-12S-T	12.0	8.0	4.5	14.2	6.4	6.5	7.2	31.4	1.74	22.8	5.8
MSF-15A-T	15.0	12.0	4.5	16.9	10.0	6.5	5.4	42.4	1.76	12.6	3.2
MSF-15S-T	15.0	10.0	4.5	17.1	8.4	6.7	9.0	39.3	2.72	23.6	5.8
MSF-16A-T	16.0	10.0	6.0	18.0	8.0	8.3	14.4	40.8	4.53	35.2	8.9
MSF-18S-T	18.0	12.0	4.5	20.0	10.2	6.6	10.8	47.1	3.92	22.8	5.8
MSF-19A-T	19.5	12.7	6.0	21.8	10.8	8.1	16.3	50.6	6.35	32.1	8.1
MSF-20A-T	20.0	12.5	8.0	22.7	10.2	10.3	24.0	51.0	9.43	46.9	11.8
MSF-25A-T	25.0	20.0	10.0	27.9	17.1	12.9	20.0	70.7	10.88	27.9	7.11
MSF-26S-T	26.0	16.0	10.0	28.6	13.6	12.4	40.0	65.9	20.31	60.0	15.2
MSF-30S-T	30.0	20.0	10.0	33.0	17.6	12.9	40.0	78.5	24.18	51.2	12.8
MSF-32S-T	32.0	20.0	10.0	34.8	17.4	12.8	48.0	81.6	30.17	59.0	14.8

Магнитопроводы из нанокристаллического сплава серии MSFN для синфазных дросселей

НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5 A_L мкГн/вит ² +40/-25%	
	OD	ID	HT	OD	ID	HT	A_{eff} (мм ²)	L_{eff} (мм)	m (г)	10 кГц	100кГц
В алюминиевом контейнере *											
MSFNL-07A-T	7.0	3.5	3.8	7.3	3.1	4.1	4.8	16.5	0.62 (0.58)	19.6	-
MSFNL-08S-T	8.0	4.0	3.0	8.8	3.2	3.0	4.3	18.8	0.67 (0.6)	15.3	-
В пластмассовом контейнере *											
MSFN-10S-TH	10.0	6.7	4.5	11.4	5.0	6.1	5.3	26.2	1.45 (1.0)	28.0	6.9
MSFN-12A-TH	12.0	8.0	3.0	14.2	6.4	6.5	4.3	31.4	6.1 (1.0)	16.0	4.6
MSFN-12S-TH	12.0	8.0	4.5	14.2	6.4	6.5	6.5	31.4	2.3 (1.5)	28.2	6.9
MSFN-15A-TH	15.0	12.0	4.5	16.9	10.0	6.5	4.9	42.4	2.3 (1.5)	15.7	3.8
MSFN-16A-TH	16.0	10.0	6.0	18.0	8.0	8.3	13.0	40.8	5.3 (3.9)	42.2	10.6
MSFN-18S-TH	18.0	12.0	4.5	20.0	10.2	6.6	9.7	47.1	4.6 (3.3)	27.7	6.9
MSFN-20A-TH	20.0	12.5	8.0	22.7	10.2	10.3	21.6	51.0	10.9 (8.0)	58.0	14.1
MSFN-25A-TH	25.0	20.0	10.0	27.9	17.1	12.9	18.0	70.7	14.1 (9.3)	27.0	8.5
MSFN-25B-TH1	25.0	15.0	4.0	27.0	13.1	5.8	14.4	62.8	8.7 (6.6)	16.5	9.0
MSFN-25D-TH1	25.0	15.0	8.0	27.6	13.4	10.6	28.8	62.8	13.2	34.6	15.3
MSFN-25S-TH	25.0	16.0	10.0	28.6	13.6	12.5	32.4	64.4	20.3 (15.2)	69.5	16.8
MSFN-30S-TH	30.0	20.0	10.0	33.0	17.6	12.9	36.0	78.5	26.8 (20.6)	57.6	15.3
MSFN-30S-TH1	30.0	20.0	3.0	32.7	17.5	5.4	10.8	78.5	10.2 (6.2)	11.0	6.2
MSFN-32S-TH	32.0	20.0	10.0	34.8	17.4	12.8	43.2	81.6	33.0 (25.7)	63.3	17.7
MSFN-40A-TH	40.0	32.0	15.0	42.7	28.8	18.2	43.2	113.0	48.6 (35.6)	50.4	12.8
MSFN-40S-TH	38.0	26.0	12.0	40.9	23.2	15.5	51.8	100.5	47.4 (38.0)	70.8	17.2
MSFN-45S-TH1	45.0	25.0	20.0	48.3	21.7	23.5	144.0	109.9	141 (115.5)	133.0	43.8
MSFN-48S-TH1	48.0	25.0	20.0	53.0	21.5	24.0	165.6	114.6	165 (138.6)	135.0	35.0
MSFN-50S-TH1	50.0	40.0	20.0	54.0	36.0	24.1	72.0	141.3	104.4 (74.3)	43.4	17.0
MSFN-60S-TH	60.0	45.0	20.0	64.5	40.5	25.0	108.0	164.9	166 (130)	63.0	21.8
MSFN-60A-TH	60.0	40.0	30.0	64.1	36.0	34.5	216.0	157.0	287 (247.6)	133.7	46.0
MSFN-63A-TH	63.0	50.0	25.0	67.5	46.5	28.8	117.0	177.4	194 (151.5)	58.1	22.0
MSFN-80A-TH	80.0	63.0	25.0	84.5	59.0	29.6	153.0	224.5	298 (250.8)	58.7	22.8
MSFN-100S-TH	100.0	80.0	20.0	105.0	75.3	25.0	144.0	282.6	356 (297.1)	47.5	17.0
Покрытие краской ***											
MSFNP-10S-TH	10.0	6.7	4.5	11.0	5.5	5.5	5.3	26.2	1.34 (1.0)	22.4	5.5
MSFNP-12A-TH	12.0	8.0	3.0	13.0	7.0	4.0	4.3	31.4	1.32 (1.0)	12.8	3.6
MSFNP-12S-TH	12.0	8.0	4.5	13.0	7.0	5.5	6.5	31.4	1.90 (1.5)	22.5	5.5
MSFNP-15A-TH	15.0	12.0	4.5	16.0	11.0	5.5	4.9	42.4	2.00 (1.5)	12.5	3.0
MSFNP-16A-TH	16.0	10.0	6.0	17.0	9.0	7.0	13.0	40.8	4.59 (3.9)	33.7	8.4
MSFNP-18S-TH	18.0	12.0	4.5	19.0	11.0	5.5	9.7	47.1	3.98 (3.3)	22.1	5.5
MSFNP-20A-TH	20.0	12.5	8.0	21.0	11.5	9.0	21.6	51.0	9.11 (8.0)	46.4	11.2
MSFNP-25A-TH	25.0	20.0	10.0	26.0	19.0	11.0	18.0	70.7	10.92 (9.3)	21.6	6.8
MSFNP-25S-TH	25.0	16.0	10.0	26.0	17.0	11.0	32.4	64.4	15.69 (15.2)	55.6	13.4
MSFNP-32S-TH	32.0	20.0	10.0	33.0	19.0	11.0	43.2	81.6	28.06 (25.7)	50.6	14.1
MSFNP-40A-TH	40.0	32.0	15.0	41.0	31.0	16.0	43.2	113.0	39.44 (35.6)	40.3	10.2
MSFNP-40S-TH	38.0	26.0	12.0	39.0	25.0	13.0	51.8	100.5	41.25 (38.0)	56.6	13.7
MSFNP-45S-TH	45.0	25.0	20.0	46.0	24.0	21.0	144.0	109.9	117.37 (115.5)	106.0	35.0

Примечания к таблице:

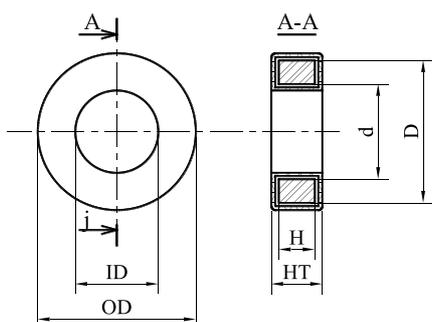
- 1 Размеры магнитопровода в контейнере.
OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальные значения эффективной площади поперечного сечения.
- 3 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 4 Номинальные значения массы магнитопровода без контейнера.
- 5 Номинальные значения начального коэффициента индуктивности при 10 и 100 кГц, $I_{ac} \times N = 10$ (MSF) и 20 (MSFN) мАхвит, и +25°C.

* **MSF**: Рабочая температура от -60°C до +100°C.

** **MSFN**: Рабочая температура от -60°C до +155°C.

*** **MSFNP**: Рабочая температура от -60°C до +155°C.

Габаритные размеры магнитопроводов в контейнере

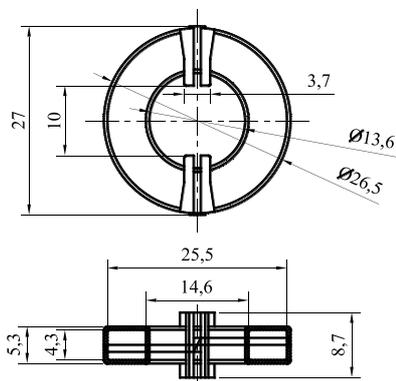


(конструкция показана условно)

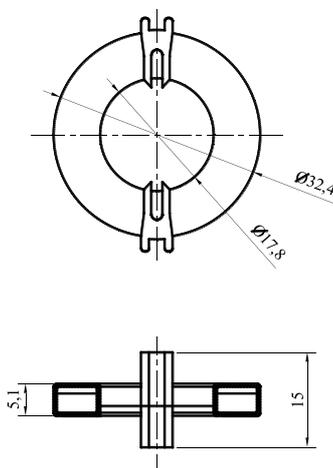
Внешний вид и габариты магнитопроводов с индексом TH1

Все магнитопроводы с индексом TH1 имеют в контейнере специальные пазы для установки диэлектрической изолирующей перегородки.

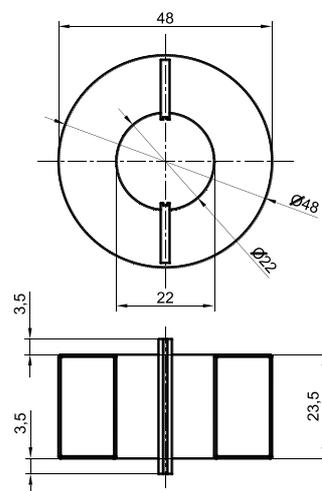
MSFN-25B-TH1



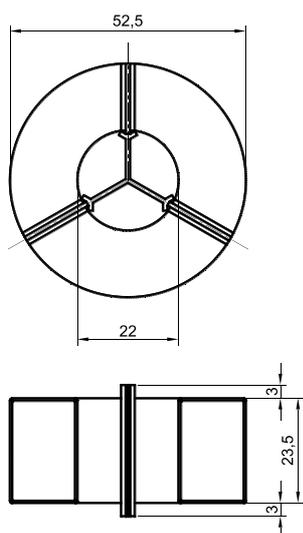
MSFN-30S-TH1



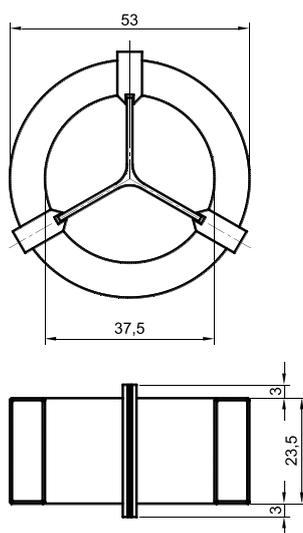
MSFN-45S-TH1



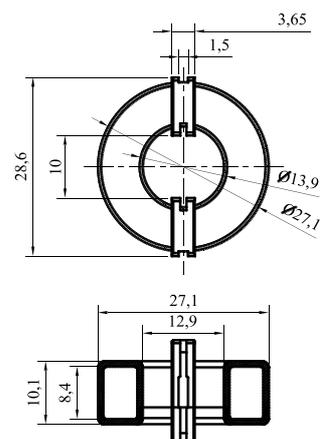
MSFN-48S-TH1



MSFN-50S-TH1



MSFN-25D-TH1



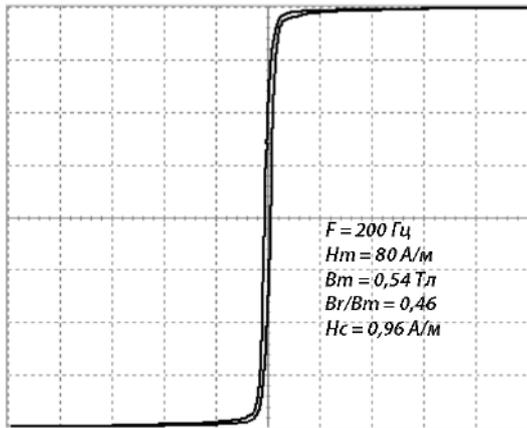
Типичные магнитные характеристики серии MSF и MSFN

Магнитные и физические характеристики серий MSF, MSFN

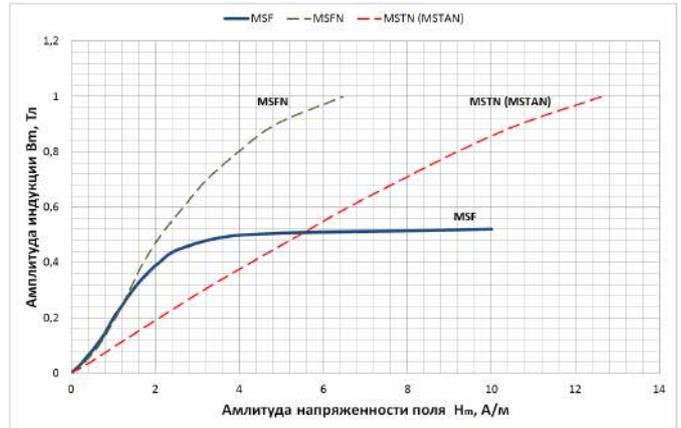
НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ТИПИЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	
	MSF	MSFN
Магнитная индукция, B_{10} , Тл	0.54	1.16
Начальная магнитная проницаемость, μ^1 50 Гц	110 000	100 000
Начальная магнитная проницаемость, μ^1 1 кГц	100 000	95 000
Начальная магнитная проницаемость, μ^1 10 кГц	90 000	85 000
Начальная магнитная проницаемость, μ^1 100 кГц	20 000	26 500
Начальная магнитная проницаемость, μ^1 1 МГц	2 500	4 100
Магнитоотрицательная насыщения	0.1×10^{-6}	0.5×10^{-6}
Коэффициент прямоугольности, B_r/B_m (200 Гц, 80 А/м)	0.5	0.45
Плотность, г/см ³	7.7	7.3
Температура Кюри, °С	200	560
Температура кристаллизации, °С	530	515
Коэффициент заполнения, $K_{зан}$	0.80	0.72
Рабочая температура, °С	-60 ÷ +100	-60 ÷ +155

Типичные магнитные характеристики серии MSF

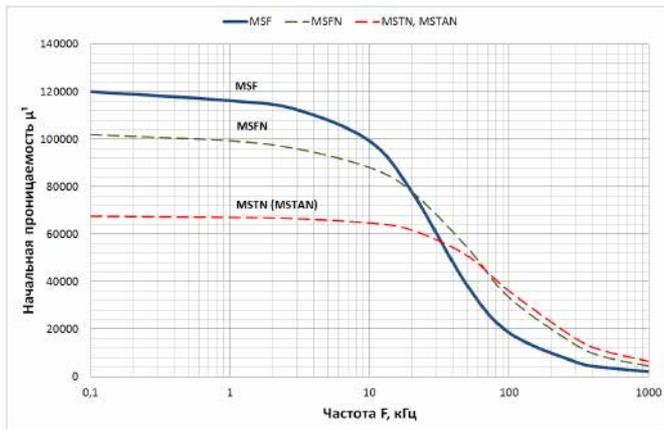
Петля гистерезиса В-Н



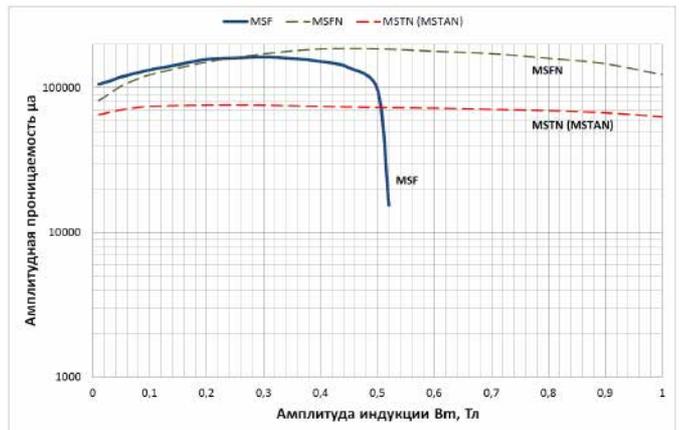
Начальная кривая намагничивания



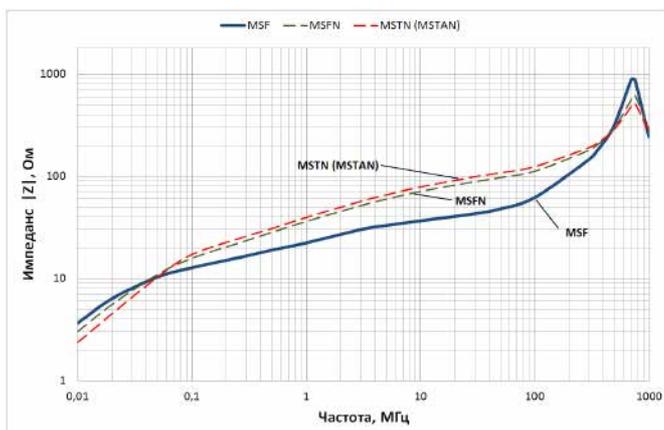
Зависимость проницаемости от частоты



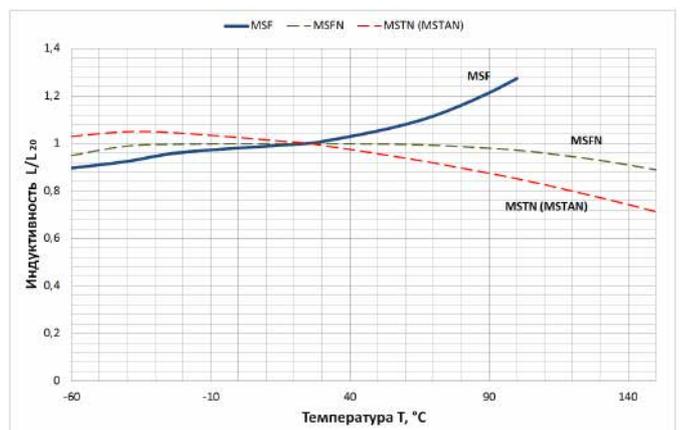
Зависимость проницаемости от индукции



Зависимость импеданса от частоты (20-12.5-8 мм, одновитковая обмотка)



Зависимость индуктивности от температуры



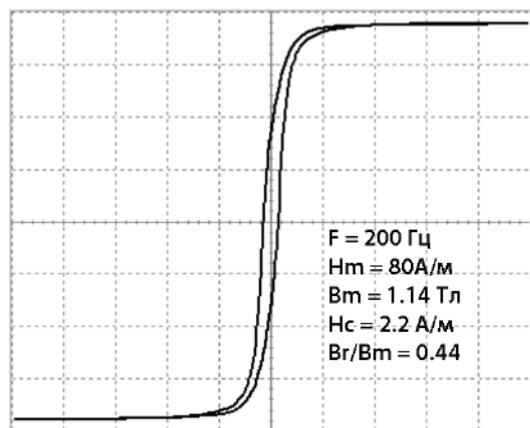
* Импеданс выше на низких частотах, и ниже (относительно серии MSFN) на частотах выше 50 кГц

* Индуктивность растёт с ростом температуры

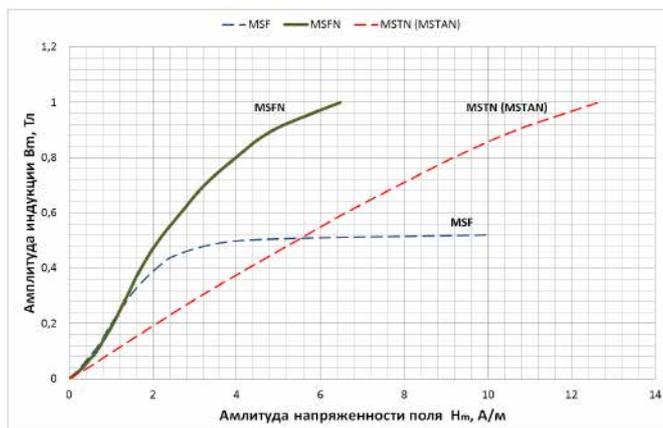
* Все характеристики измерены при температуре $\sim +25^\circ\text{C}$

Типичные магнитные характеристики серии MSFN

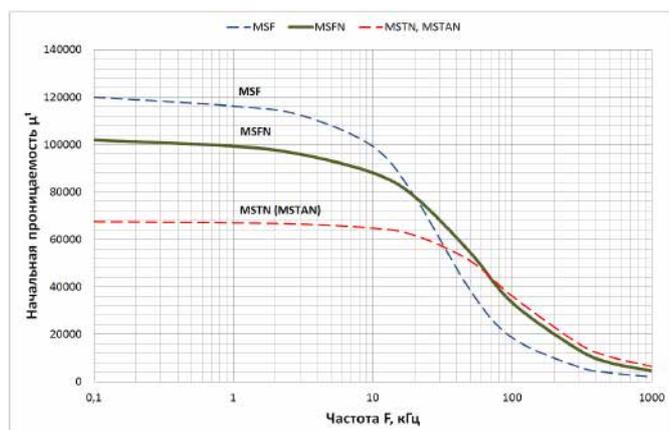
Петля гистерезиса В-Н



Начальная кривая намагничивания

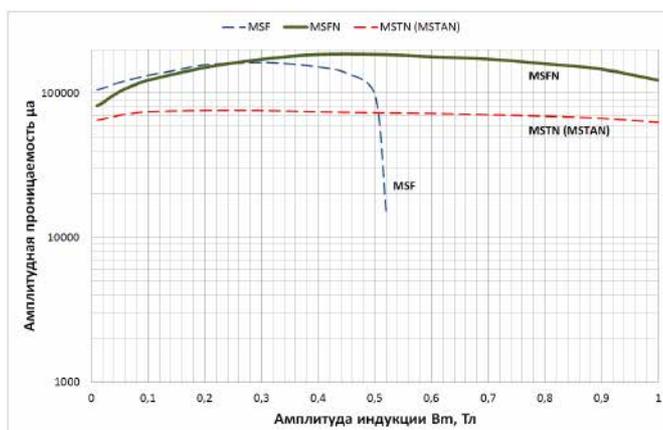


Зависимость проницаемости от частоты

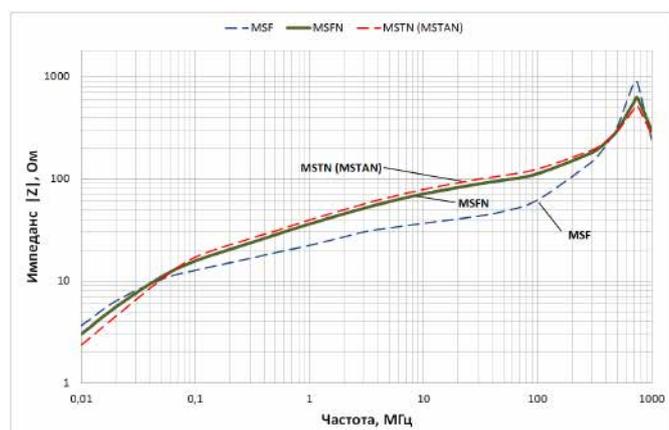


*Серия MSFN имеет преимущество относительно MSF на частотах выше 30 кГц

Зависимость проницаемости от индукции

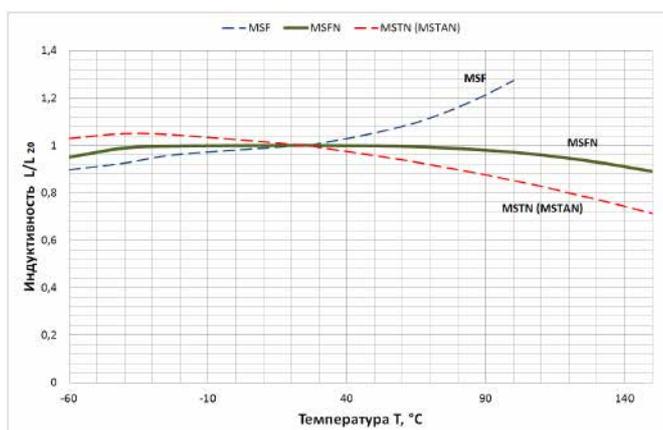


Зависимость импеданса от частоты (20-12.5-8 мм, одновитковая обмотка)



* Более высокий импеданс и коэффициент подавления на частотах выше 50 кГц относительно серии MSF

Зависимость индуктивности от температуры



* Отличная температурная стабильность. Изменение проницаемости во всем диапазоне не более 15%. (Для ферритов с высокой проницаемостью характерно изменение в разы).

* Все характеристики, кроме температурных, измерены при температуре $\sim +25^\circ\text{C}$

5 МАГНИТОПРОВОДЫ ДЛЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Описание

Магнитопроводы [серии MSTN](#) для высокочастотных силовых трансформаторов изготовлены из нанокристаллического сплава [АМАГ200С](#) с высокой проницаемостью, высокой индукцией насыщения и низкими удельными потерями. Выпускаются по КВШУ.684459.090ТУ.

В настоящее время для питания электрических устройств и оборудования в промышленности используются почти

исключительно импульсные источники питания. Используются различные принципы преобразования: обратнoходовые преобразователи (примерно до 500 Вт), прямоходовые преобразователи (примерно до 1000 Вт) или двухтактные преобразователи (до нескольких кВт).

MSTN СЕРИЯ

Для мощных источников питания, в частности, для двухтактных преобразователей рекомендуются тороидальные магнитопроводы из нанокристаллической ленты [серии MSTN](#). По сравнению с ферритами они имеют более высокую индукцию насыщения B_s , меньшие потери гистерезиса, меньший вес и объем, более высокую эффективность и расширенный температурный диапазон (от -60 до $+155^\circ\text{C}$) с отрицательным температурным коэффициентом потерь в магнитопроводе.

Упомянутые преимущества тем значительнее, чем больше передаваемая мощность.

Преимущества:

- Высокая амплитудная проницаемость: $\mu > 20000$ (100 кГц)
- Снижение количества витков обмоток трансформатора
- Низкое DC сопротивление и потери в обмотках
- Низкие гарантируемые удельные потери: $P_{ст}$ (100 кГц, 0.3 Тл) не более 90 Вт/кг. Типичное значение 60 Вт/кг
- Отличная магнитная связь в широком диапазоне частот
- Высокая магнитная индукция насыщения: $B_s = 1.16$ Тл
- Высокая температура Кюри $T_c = 560^\circ\text{C}$
- Широкий диапазон рабочих температур от -60°C до $+155^\circ\text{C}$
- Падающая зависимость потерь от температуры

Применение:

- Инверторные трансформаторы для мощных источников питания
- DC и AC импульсные сварочные устройства
- Солнечные источники питания
- Источники рентгеновского излучения
- Высокочастотные источники питания вагонов
- Телекоммуникационные и тяговые источники питания
- Мощные зарядные устройства, зарядные станции для электромобилей
- Источники тока для гальванотехники и т.п.

Магнитопроводы серии MSTN для силовых трансформаторов

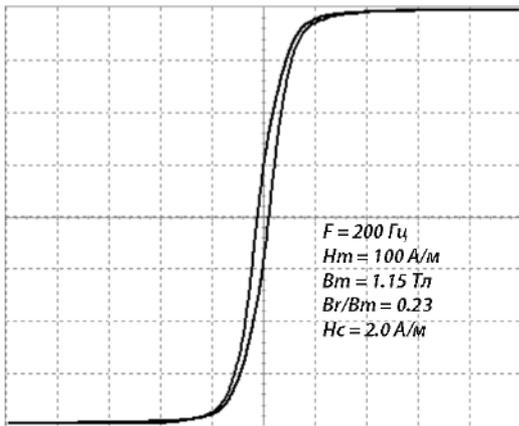
НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5	6
	OD	ID	HT	OD	ID	HT	A_{eff} (мм ²)	L_{eff} (мм)	V_{eff} (см ³)	m (г)	A_L (мкГн/вит ²)
В пластмассовом контейнере *											
MSTN-10S-TH	10.0	6.7	4.5	11.4	5.0	6.1	5.3	26.2	0.139	1.0	5.1
MSTN-12S-TH	12.0	8.0	4.5	14.2	6.4	6.5	6.5	31.4	0.204	1.5	5.2
MSTN-15A-TH	15.0	12.0	4.5	16.9	10.0	6.5	4.9	42.4	0.208	1.5	2.9
MSTN-16A-TH	16.0	10.0	6.0	18.0	8.0	8.3	13.0	40.8	0.530	3.9	8.0
MSTN-18S-TH	18.0	12.0	4.5	20.0	10.2	6.6	9.7	47.1	0.457	3.3	5.2
MSTN-20A-TH	20.0	12.5	8.0	22.7	10.2	10.3	21.6	51.0	1.102	8.0	10.6
MSTN-25A-TH	25.0	20.0	10.0	27.9	17.1	12.9	18.0	70.7	1.273	9.3	6.4
MSTN-25S-TH	25.0	16.0	10.0	28.6	13.6	12.5	32.4	64.4	2.087	15.2	12.6
MSTN-30S-TH	30.0	20.0	10.0	33.0	17.6	12.9	36.0	78.5	2.826	20.6	11.5
MSTN-32S-TH	32.0	20.0	10.0	34.8	17.4	12.8	43.2	81.6	3.525	25.7	13.3
MSTN-40A-TH	40.0	32.0	15.0	42.7	28.8	18.2	43.2	113.0	4.882	35.6	9.6
MSTN-40S-TH	38.0	26.0	12.0	40.9	23.2	15.5	51.8	100.5	5.206	38.0	13.0
MSTN-45S-TH1	45.0	25.0	20.0	48.3	21.7	23.5	144.0	109.9	15.830	116.0	32.9
MSTN-50S-TH1	50.0	40.0	20.0	54.0	36.0	24.1	72.0	141.3	10.174	74.3	12.8
MSTN-60S-TH	60.0	45.0	20.0	64.5	40.5	25.0	108.0	164.9	17.809	130.0	16.5
MSTN-60A-TH	60.0	40.0	30.0	64.1	36.0	34.5	216.0	157.0	33.912	248.0	34.6
MSTN-63A-TH	63.0	50.0	25.0	67.5	46.5	28.8	117.0	177.4	20.756	152.0	16.6
MSTN-64A-TH	64.0	40.0	30.0	68.7	36.8	34.7	259.2	163.3	42.327	309.0	39.9
MSTN-64S-TH	64.0	40.0	20.0	68.7	36.8	24.7	172.8	163.3	28.218	206.0	26.6
MSTN-80A-TH	80.0	63.0	25.0	84.5	59.0	29.6	153.0	224.5	33.349	251.0	17.1
MSTN-80S-TH	80.0	50.0	20.0	84.5	46.5	25.5	216.0	204.1	44.086	322.0	26.6
MSTN-90S-TH	90.0	50.0	30.0	94.0	46.5	35.5	432.0	219.8	94.954	693.0	49.4
MSTN-100S-TH	100.0	80.0	20.0	105.0	75.3	25.0	144.0	282.6	40.694	297	12.8
MSTN-100A-TH	100.0	50.0	25.0	104.0	47.0	29.5	450.0	235.5	10.598	774.0	48.0
MSTN-120S-TH	120.0	80.0	20.0	126.5	74.5	26.0	288.0	314.0	90.432	660.0	23.0
MSTN-120A-TH	120.0	80.0	30.0	124.0	75.5	36.5	432.0	314.0	135.65	990.0	34.6
MSTN-170A-TH	170.0	120.0	25.0	175.0	115.0	31.0	450.0	455.3	204.89	1495.0	24.8
Покрытие краской ***											
MSTNP-10S-TH	10.0	6.7	4.5	11.0	5.7	5.5	5.3	26.2	0.139	1.0	4.1
MSTNP-12S-TH	12.0	8.0	4.5	13.0	7.0	5.5	6.5	31.4	0.204	1.5	4.2
MSTNP-15A-TH	15.0	12.0	4.5	16.0	11.0	5.5	4.9	42.4	0.208	1.5	2.3
MSTNP-16A-TH	16.0	10.0	6.0	17.0	9.0	7.0	13.0	40.8	0.530	3.9	6.4
MSTNP-18S-TH	18.0	12.0	4.5	19.0	11.0	5.5	9.7	47.1	0.488	3.3	4.2
MSTNP-20A-TH	20.0	12.5	8.0	21.0	11.5	9.0	21.6	51.0	1.102	8.0	8.5
MSTNP-25A-TH	25.0	20.0	10.0	26.0	19.0	11.0	18.0	70.7	1.273	9.3	5.1
MSTNP-25S-TH	25.0	16.0	10.0	26.0	17.0	11.0	32.4	64.4	2.087	15.2	10.1
MSTNP-30S-TH	30.0	20.0	10.0	31.0	19.0	11.0	36.0	78.5	2.826	20.6	9.2
MSTNP-32S-TH	32.0	20.0	10.0	33.0	19.0	11.0	43.2	81.6	3.525	25.7	10.6
MSTNP-40A-TH	40.0	32.0	15.0	41.0	31.0	16.0	43.2	113.0	4.882	35.6	7.7
MSTNP-40S-TH	38.0	26.0	12.0	39.0	25.0	13.0	51.8	100.5	5.206	38.0	10.4
MSTNP-45S-TH	45.0	25.0	20.0	46.0	24.0	21.0	144.0	109.9	15.83	116.0	26.3

Примечания к таблице:

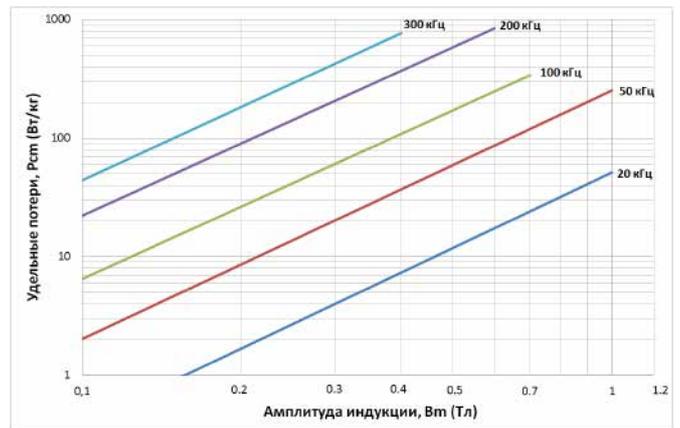
- 1 Размеры магнитопровода в контейнере.
OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальные значения эффективной площади сечения.
- 3 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 4 Номинальные значения эффективного объёма.
- 5 Номинальные значения массы магнитопровода без контейнера. Допуск $\pm 10\%$.
- 6 Минимальные значения индуктивности одновитковой обмотки (коэф. индуктивности) на частоте 100 кГц, $I_{ac} \times N = 20$ мА и $+25^\circ\text{C}$.

Типичные магнитные характеристики серии MSTN

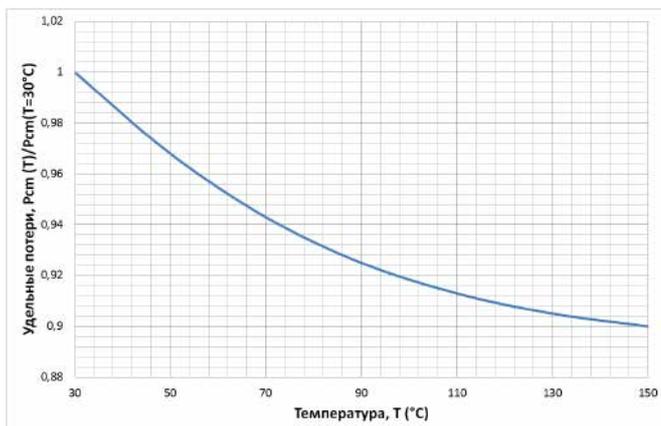
Петля гистерезиса при 200 Гц, 80 А/м



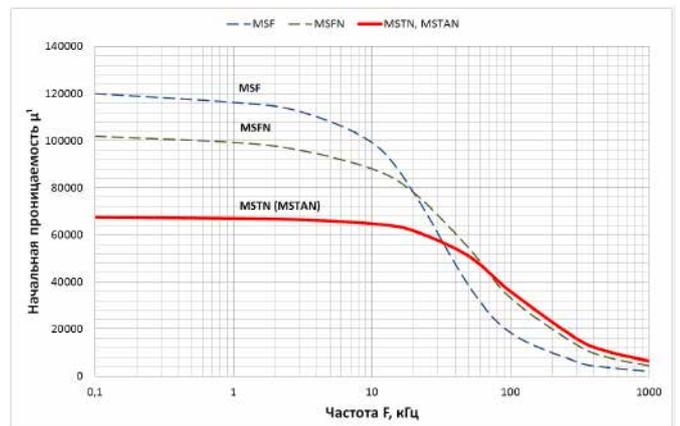
Удельные потери P_{cm}



Зависимость потерь от температуры $P_{cm}(T)$

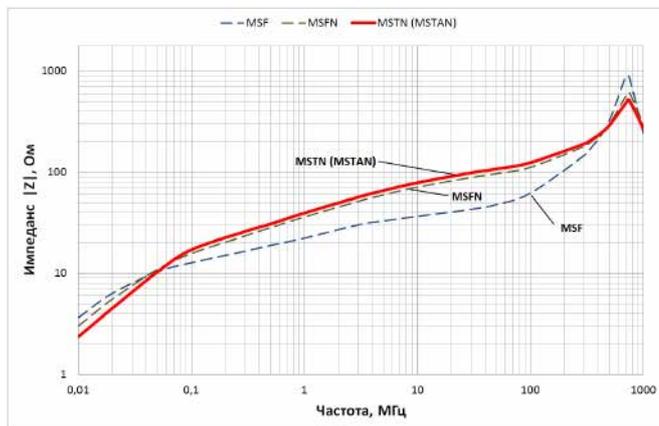


Зависимость проницаемости от частоты

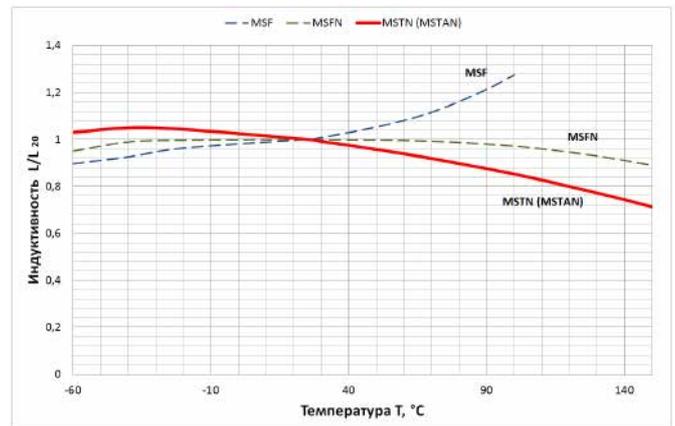


Типичные магнитные характеристики серии MSTN

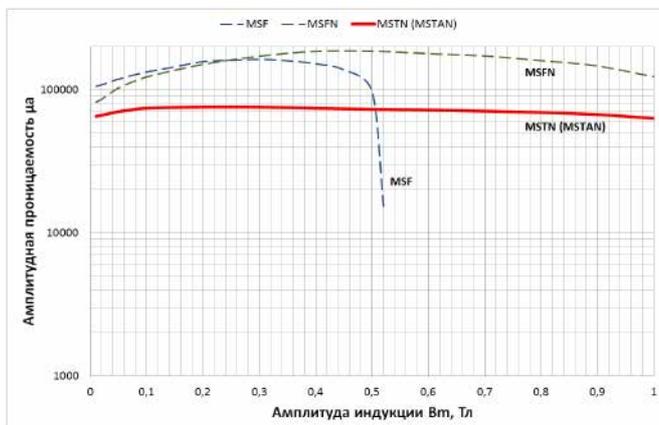
Зависимость импеданса от частоты (типоразмер 20-12.5-8 мм, одновитковая обмотка)



Зависимость индуктивности от температуры



Зависимость амплитудной проницаемости от амплитуды индукции



* Все характеристики, кроме температурных, измерены при температуре $\sim +25$ °C

6 МАГНИТОПРОВОДЫ ДРОССЕЛЬНЫЕ С НЕМАГНИТНЫМ ЗАЗОРОМ

Описание

Дроссельные магнитопроводы [серии MSC-NG](#) из аморфного сплава с немагнитным зазором выпускаются в двух вариантах: из аморфной ленты [АМАГ202](#) на основе железа или из нанокристаллической ленты [АМАГ200С](#). Эти сплавы обладают рядом преимуществ, которые не имеют общего с другими конкурирующими материалами, такими как ферриты, порошковые магнитопроводы на основе железа, сендаст и пермаллои.

Аморфный сплав на основе железа [АМАГ202](#) обладает

высокой проницаемостью, высокой индукцией насыщения (1.4 Тл), низкими потерями и высокой температурой Кюри. Допускает работу со смещением постоянным током в поле до 60Э (зависит от проницаемости). Нанокристаллический сплав [АМАГ200С](#) имеет индукцию насыщения 1.16 Тл, допускает работу со смещением постоянным током в поле до 40 Э, и обладает очень низкими потерями. Проницаемость магнитопроводов существенно выше, чем у пресспермаллоев, ферритов и магнитодиэлектриков.

MSC-NG СЕРИЯ

Использование материала [АМАГ202](#) особенно эффективно при большом уровне смещения постоянным током (полем) и относительно небольшой амплитуде переменной составляющей индукции.

Для тех применений, где переменная составляющая индукции велика (например, дроссель корректора коэффициента мощности (ККМ) или обратноходовый трансформатор), мы рекомендуем магнитопроводы из нанокристаллического материала [АМАГ200С](#), который имеет значительно меньшие потери.

Пожалуйста, указывайте марку материала при заказе. По требованию заказчика мы можем также в некоторых пределах изменять эффективную магнитную проницаемость магнитопровода изменением длины немагнитного зазора, а также изготавливать магнитопроводы большего размера с внешним диаметром до 200 мм

Преимущества:

- Высокая индукция насыщения 1.4 (1.16) Тл
- Широкий диапазон температур, от -60 до +125°C
- Значительное снижение размеров дросселей
- Высокие характеристики подмагничивания и энергоёмкость
- Низкие потери гистерезиса
- Высокая эффективность источников питания
- Меньшее количество витков обмотки приводит к снижению потерь в проводе
- Трудногорючие. ГОСТ 12.1.044-89

Применение:

- Обратноходовые трансформаторы
- Сглаживающие дроссели для блоков питания
- Дроссели с несколькими обмотками для групповой стабилизации в импульсных источниках питания
- Дроссели ККМ для промышленных источников питания общего назначения
- Выходные дроссели для телекоммуникационных источников питания
- Дроссели ККМ для телекоммуникационных источников питания
- Дроссели DC / DC преобразователей
- Дроссели ККМ для источников питания сетевого оборудования
- Выходные дроссели для промышленных источников питания общего назначения
- Дифференциальные входные и выходные дроссели и т.п.

Магнитопроводы дроссельные серии MSC-NG с немагнитным зазором в пластмассовом контейнере

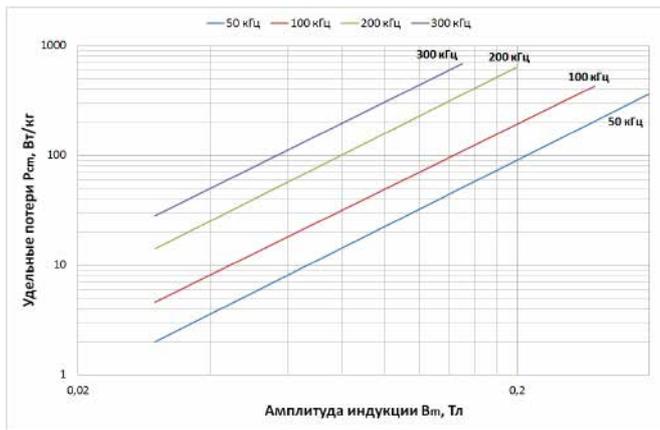
НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5	6	7	8
	OD	ID	HT	OD	ID	HT	A_{eff} (мм ²)	L_{eff} (мм)	V_{eff} (см ³)	m (г)	μ	A_L +/-20% (мкГн/ вит ²)	DCB (Ахвит)
Аморфный сплав АМАГ202 (Диапазон температур от -60°C до +125°C)													
MSC-12S-NGA	12.0	8.0	4.5	14.4	5.7	7.2	6.8	31.4	213.5	1.6	205	0.055	125
MSC-15S-NGA	15.0	10.0	4.5	17.4	7.7	7.3	8.4	39.3	330.1	2.4	207	0.056	150
MSC-16S-NGA	16.0	12.0	10.0	18.7	9.4	12.8	15.0	44.0	660.0	4.8	245	0.105	140
MSC-18S-NGA	18.0	12.0	10.0	20.7	9.4	12.8	22.5	47.1	1060	7.7	185	0.111	185
MSC-20S-NGA	20.0	12.0	10.0	22.7	9.4	12.8	30.0	50.2	1506	11.0	153	0.115	200
MSC-21A-NGA	21.0	14.5	10.0	23.7	11.4	12.8	24.4	95.0	1358	9.9	250	0.138	175
MSC-21S-NGA	21.0	14.0	10.0	23.7	11.4	12.8	26.3	55.0	1447	10.5	177	0.106	215
MSC-25S-NGA	25.0	21.5	10.0	27.7	18.8	12.8	13.1	73.0	956.3	7.0	415	0.094	140
MSC-26S-NGA	26.0	16.0	10.0	28.7	13.4	12.8	37.5	65.9	2471	18.1	183	0.131	260
MSC-32S-NGA	32.0	20.0	10.0	34.8	17.3	12.8	45.0	81.6	3672	26.8	162	0.112	325
MSC-37A-NGA	37.0	20.0	10.0	39.8	17.4	12.8	63.8	89.5	5705	41.6	134	0.120	360
MSC-37S-NGA	37.0	23.0	10.0	39.8	20.3	12.8	52.5	94.2	4946	36.1	186	0.130	380
MSC-46A-NGA	46.0	27.0	20.0	49.8	22.8	24.5	142.5	114.6	16331	119.2	205	0.320	440
MSC-46S-NGA	46.0	27.0	25.0	49.8	22.8	28.8	178.1	114.6	20410	149.0	205	0.400	440
Нанокристаллический сплав АМАГ200С (Диапазон температур от -60°C до +155°C)													
MSC-12S-NGN	12.0	8.0	4.5	14.4	5.7	7.2	6.5	31.4	203.5	1.5	212	0.055	100
MSC-15S-NGN	15.0	10.0	4.5	17.4	7.7	7.3	8.1	39.3	317.9	2.3	216	0.056	120
MSC-16S-NGN	16.0	12.0	10.0	18.7	9.4	12.8	14.4	44.0	633.0	4.6	255	0.105	115
MSC-18S-NGN	18.0	12.0	10.0	20.7	9.4	12.8	21.6	47.1	1017	7.4	193	0.111	160
MSC-20S-NGN	20.0	12.0	10.0	22.7	9.4	12.8	28.8	50.2	1447	10.6	160	0.115	170
MSC-21A-NGN	21.0	14.5	10.0	23.7	11.4	12.8	23.4	55.7	1304	9.5	262	0.138	145
MSC-21S-NGN	21.0	14.0	10.0	23.7	11.4	12.8	25.2	55.0	1385	10.1	184	0.106	185
MSC-25S-NGN	25.0	21.5	10.0	27.7	18.8	12.8	12.6	73.0	920	6.7	434	0.094	115
MSC-26S-NGN	26.0	16.0	10.0	28.7	13.4	12.8	36.0	65.9	2374	17.3	191	0.131	220
MSC-32S-NGN	32.0	20.0	10.0	34.8	17.3	12.8	43.2	81.6	3527	25.7	169	0.112	275
MSC-37A-NGN	37.0	20.0	10.0	39.8	17.4	12.8	61.2	89.5	5477	40.0	140	0.120	300
MSC-37S-NGN	37.0	23.0	10.0	39.8	20.3	12.8	50.4	94.2	4748	34.7	193	0.130	320
MSC-46A-NGN	46.0	27.0	20.0	49.8	22.8	24.5	136.8	114.6	15679	114.5	213	0.320	365
MSC-46S-NGN	46.0	27.0	25.0	49.8	22.8	28.8	171	114.6	19598	143.1	213	0.400	365

Примечания к таблице:

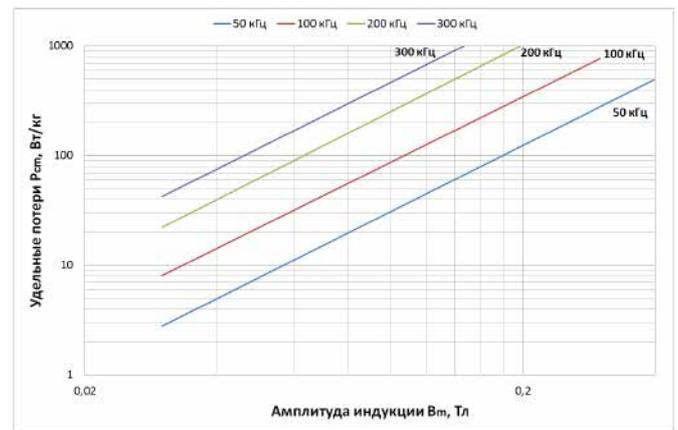
- 1 Размеры магнитопровода в контейнере.
OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальные значения эффективной площади поперечного сечения.
- 3 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 4 Номинальные значения эффективного объема.
- 5 Номинальные значения массы без контейнера.
Допуск $\pm 10\%$.
- 6 Типичная проницаемость каждого наименования (может быть изменена по требованию заказчика).
- 7 Значения коэффициента индуктивности A_L .
Все значения A_L измеряются на частоте 100кГц, $I_{ac} \times N = 20$ мА и +25°C.
- 8 Максимальная магнитодвижущая сила (ампер-витки), при которой коэффициент индуктивности не менее 60% от начального.

Типичные магнитные характеристики серии MSC-NG

АМАГ200С. Потери от индукции и частоты ($\mu = 220$)

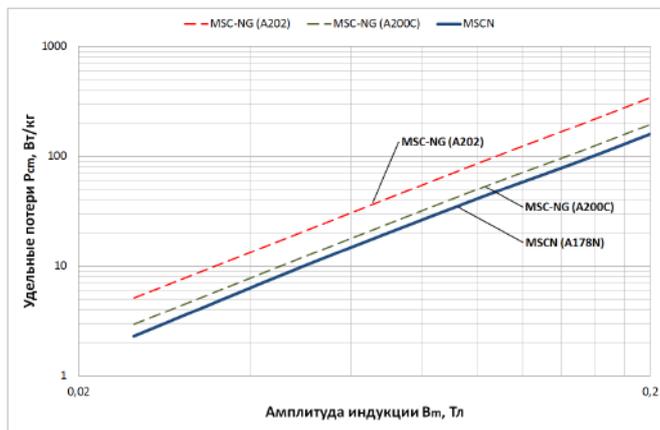


АМАГ202. Потери от индукции и частоты ($\mu = 220$)

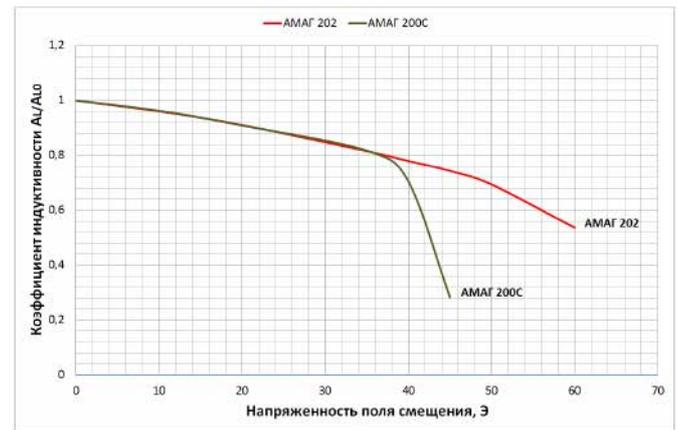


* Удельные потери измерены при комнатной температуре, $+25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ на частоте намагничивания с одинарной амплитудой индукции (половина фактического изменения потока).

Сравнение удельных потерь ($f=100\text{кГц}$)

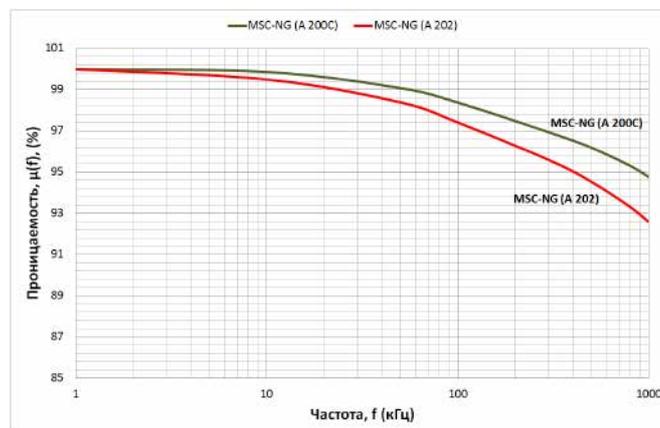


Зависимость индуктивности от смещения DC ($\mu = 220$)



* Снижение индуктивности до уровня 60% от начального для АМАГ202 типично в поле смещения 50-60 Э (зависит от проницаемости), для АМАГ200С типично в поле 40-45 Э.

Зависимость проницаемости от частоты



* Снижение проницаемости при 1 МГц обычно менее 10% от значения при 1 кГц для АМАГ202 и АМАГ200С.

7 МАГНИТОПРОВОДЫ ДРОССЕЛЬНЫЕ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ЗАЗОРОМ

Описание

Дроссельные магнитопроводы с распределенным зазором [серии MSC](#) являются идеальным решением для реализации миниатюрного DC/DC преобразователя для мобильных устройств, таких как карманный персональный компьютер, мобильный телефон, ноутбук, адаптер и т.д.

[Серия MSC](#), изготовленная из аморфного сплава [АМАГ202](#) на основе железа с индукцией насыщения 1.4 Тл и

типичной магнитной проницаемостью 290, имеет более высокие свойства подмагничивания постоянным током и требует меньшего количества витков обмотки, по сравнению с другими конкурирующими материалами, такими как ферриты, порошковые магнетодиэлектрики на основе железа, сендаст и пермаллой.

MSC

СЕРИЯ

МСТАТОР выпускает серию низкопрофильных дроссельных магнитопроводов с распределённым зазором в малогабаритном контейнере из алюминиевого сплава, а также доступен вариант в пластмассовом контейнере и вариант с покрытием краской.

Современные технологии МСТАТОР по производству магнитопроводов [серии MSC](#) основаны на многолетнем опыте.

Преимущества:

- Оптимальны для компонентов под поверхностный монтаж (SMD) и выводных под монтаж в отверстия (THD)
- Миниатюризация, высокая плотность монтажа
- Хорошие характеристики подавления дифференциальных помех
- Низкие потери
- Низкая цена
- Диапазон температур от -60°C до $+125^{\circ}\text{C}$

Применение:

- DC/DC конвертеры
- AC/DC конвертеры в адаптерах для мобильных устройств
- DC/DC конвертеры в мобильном телефоне
- Малогабаритные выходные индукторы в AC/DC и DC/DC конвертерах
- Гибридные интегральные схемы с частотно - импульсной модуляцией (ЧИМ) класса ниже 10 Вт
- Гибридные интегральные схемы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) класса выше 10 Вт
- Зарядные устройства
- Миниатюрные автомобильные устройства и т.п.
- Дроссели дифференциальных фильтров
- Обратноходовые трансформаторы

Магнитопроводы дроссельные серии MSC с распределенным зазором

НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5	6	7
	OD	ID	HT	OD	ID	HT	A_{eff} (мм ²)	L_{eff} (мм)	V_{eff} (см ³)	m (г)	A_L +/-20% (мкГн/ вит ²)	DCB (Ахвит)
Низкопрофильные магнитопроводы в алюминиевом контейнере ($\mu = 280$) *												
MSCL0510	4.3	2.3	1.0	4.7	1.9	1.4	0.76	10.4	7.88	0.06	0.026	29.0
MSCL0620	6.0	3.0	2.0	6.4	2.6	2.4	2.28	14.1	32.2	0.24	0.058	39.6
MSCL0715	6.4	3.0	1.5	6.8	2.6	1.9	1.94	14.8	28.6	0.21	0.047	41.3
MSCL0725	6.4	3.0	2.5	6.9	2.5	3.0	3.23	14.8	47.7	0.35	0.079	41.3
MSCL0815	8.0	4.0	1.5	8.4	3.6	1.9	2.28	18.8	42.96	0.31	0.043	52.8
MSCL0830	8.0	4.0	3.0	8.5	3.5	3.5	4.6	18.8	85.9	0.63	0.087	52.6
MSCL1020	10.0	5.0	2.0	10.7	4.3	2.5	3.8	23.6	89.5	0.65	0.058	65.9
MSCL1030	10.0	5.0	3.0	10.8	4.3	3.6	5.7	23.6	134.2	0.98	0.087	65.9
Магнитопроводы в алюминиевом контейнере ($\mu = 290$)*												
MSCL-12S-N	12.0	8.0	5.0	12.7	7.3	5.7	7.60	31.4	238.6	1.74	0.088	87.9
MSCL-15A-N	15.0	10.0	5.0	15.8	9.2	5.8	9.50	39.3	372.9	2.72	0.088	109.9
MSCL-15S-N	15.0	10.0	6.0	15.8	9.2	6.8	11.4	39.3	447.4	3.27	0.105	109.9
MSCL-18A-N	18.0	12.0	5.0	18.8	11.1	5.8	11.4	47.1	536.9	3.92	0.088	131.9
MSCL-18S-N	18.0	12.0	6.0	18.8	11.1	6.8	13.7	47.1	644.3	4.70	0.105	131.9
MSCL-20A-N	20.0	12.0	5.0	20.8	11.1	5.8	15.2	50.2	763.6	5.58	0.110	140.7
MSCL-20S-N	20.0	12.0	6.0	20.8	11.1	6.8	18.2	50.2	916.4	6.69	0.132	140.7
Магнитопроводы в пластмассовом контейнере ($\mu = 290$) *												
MSCB-12S-N	12.0	8.0	4.5	14.2	6.4	6.5	6.8	31.4	214.8	1.57	0.079	87.9
MSCB-15A-N	15.0	12.0	4.5	16.9	10.0	6.5	5.13	42.4	217.5	1.59	0.044	118.7
MSCB-15S-N	15.0	10.0	4.5	16.9	8.0	6.5	8.55	39.3	335.6	2.45	0.079	109.9
MSCB-18S-N	18.0	12.0	4.5	20.0	10.2	6.6	10.26	47.1	483.2	3.53	0.079	131.9
MSCB-20A-N	20.0	12.5	8.0	22.7	10.2	10.3	22.80	51.0	1163.4	8.49	0.163	142.9
Магнитопроводы с покрытием краской ($\mu = 290$) *												
MSCP-12S-N	12.0	8.0	5.0	13.0	7.0	6.0	7.60	31.4	238.6	1.74	0.088	87.9
MSCP-15A-N	15.0	10.0	5.0	16.0	9.0	6.0	9.50	39.3	372.9	2.72	0.088	109.9
MSCP-15S-N	15.0	10.0	6.0	16.0	9.0	7.0	11.4	39.3	447.4	3.27	0.105	109.9
MSCP-18A-N	18.0	12.0	5.0	19.0	11.0	6.0	11.4	47.1	536.9	3.92	0.088	131.9
MSCP-18S-N	18.0	12.0	6.0	19.0	11.0	7.0	13.7	47.1	644.3	4.70	0.105	131.9
MSCP-20A-N	20.0	12.0	5.0	21.0	11.0	6.0	15.2	50.2	763.6	5.58	0.110	140.7
MSCP-20S-N	20.0	12.0	6.0	21.0	11.0	7.0	18.2	50.2	916.4	6.69	0.132	140.7

Примечания к таблице:

- 1 Размеры магнитопровода в контейнере.
OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальная эффективная площадь поперечного сечения.
- 3 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 4 Номинальный эффективный объём.
- 5 Номинальная масса без контейнера. Допуск $\pm 10\%$.
- 6 Коэффициент индуктивности. Номинальное значение при 100 кГц, $I_{ac} \times N = 20$ мА и $+25^\circ\text{C}$
- 7 Максимальная магнитодвижущая сила (ампер-витки).

* Диапазон температур от -60°C до $+125^\circ\text{C}$.

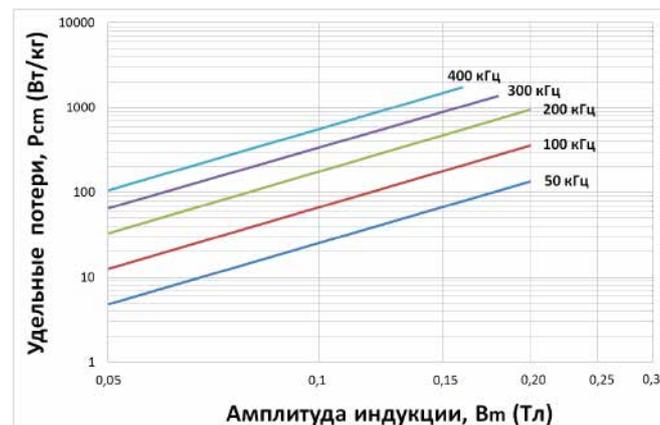
При использовании провода диаметром более 0.45 мм, с целью исключения давления на магнитный материал, рекомендуем применять магнитопроводы в пластмассовом контейнере.

Типичные магнитные характеристики серии MSC

Зависимость индуктивности от смещения



Удельные потери



* Все характеристики измерены при температуре ~ +25 °С.

8 МАГНИТОПРОВОДЫ С НИЗКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ И МАЛЫМИ ПОТЕРЯМИ

MSCN СЕРИЯ

Описание

Новый продукт – Тороидальные магнитопроводы серии **MSCN-TH** (КВШУ.684459.089ТУ) выполнены из нанокристаллической ленты **АМАГ178N** с низкой проницаемостью ($\mu = 210 \pm 15\%$).

Магнитопроводы с достаточно высокой индукцией насыщения (1.05 Тл) обладают уникально низкими потерями, высокой предельной рабочей температурой, превосходной линейностью петли гистерезиса и хорошей стабильностью свойств. Это отличный выбор для всех устройств накопления энергии.

Преимущества:

- Высокая индукция 1.05 Тл
- Толщина ленты 18 ± 2 мкм
- Проницаемость $210 \pm 15\%$
- Очень низкие потери
- Диапазон частот до 10 МГц
- Температура кристаллизации 450°C
- Температура Кюри, $T_c > 450^\circ\text{C}$
- Диапазон рабочих температур от -60°C до $+155^\circ\text{C}$
- Макс. напряженность поля DC смещения 35 Э (2800 А/м)
- Низкий поток рассеяния, отсутствие помех (нет зазора)
- Широкий размерный ряд от низкопрофильных до дросселей высокой мощности

Применение:

- Дроссели коррекции коэффициента мощности (ККМ)
- Обратноходовые трансформаторы
- Выходные дроссели
- Дифференциальные дроссели
- Высококачественные фильтры
- Резонансные цепи
- Линейные силовые индуктивности
- Автомобильные аудио/навигационные дроссели
- DC/DC и AC/DC преобразователи
- Зарядные устройства
- Сетевые адаптеры для мобильных устройств

Магнитопроводы серии MSCN с низкой проницаемостью и малыми потерями

НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5	6	7
	OD	ID	HT	OD	ID	HT	A_{eff} (мм ²)	L_{eff} (мм)	V_{eff} (см ³)	m (г)	A_L +/-15% (мкГн/ ВИТ ²)	DCB (АхВИТ)
В алюминиевом контейнере *												
MSCNL0510-TH	4.3	2.3	1.0	4.7	1.9	1.4	0.8	10.4	8.3	0.065	0.02	29.0
MSCNL0620-TH	6.0	3.0	2.0	6.4	2.6	2.4	2.4	14.1	33.8	0.265	0.045	39.6
MSCNL0715-TH	6.4	3.0	1.5	6.8	2.6	1.9	2.04	14.8	30.0	0.235	0.036	41.3
MSCNL0725-TH	6.4	3.0	2.5	6.9	2.5	3.0	3.4	14.8	50.0	0.391	0.061	41.3
MSCNL0815-TH	8.0	4.0	1.5	8.4	3.6	1.9	2.4	18.8	45.1	0.353	0.034	52.8
MSCNL0830-TH	8.0	4.0	3.0	8.5	3.5	3.5	4.8	18.8	90.2	0.705	0.067	52.8
MSCNL1020-TH	10.0	5.0	2.0	10.7	4.3	2.5	4.0	23.6	94.0	0.735	0.045	65.9
MSCNL1030-TH	10.0	5.0	3.0	10.8	4.3	3.6	6.0	23.6	141	1.10	0.067	65.9
В пластмассовом контейнере *												
MSCN1045-TH	10.0	6.7	4.5	11.4	5.0	6.1	5.9	26.2	146	1.22	0.060	73.4
MSCN1245-TH	12.0	8.0	4.5	14.2	6.4	6.5	7.2	31.4	226	1.76	0.060	87.9
MSCN1545-TH	15.0	10.0	4.5	17.1	8.4	6.7	9.0	39.3	354	2.76	0.060	110
MSCN1660-TH	16.0	10.0	6.0	18.0	8.0	8.3	14.4	40.8	588	4.6	0.093	114
MSCN1845-TH	18.0	12.0	4.5	20.0	10.2	6.6	10.8	47.1	509	3.97	0.060	132
MSCN2080-TH	20.0	12.5	8.0	22.7	10.2	10.3	24	51.0	1224	9.55	0.124	143
MSCN18100-TH	18.0	12.0	10.0	20.7	9.4	12.8	24	47.1	1130	8.82	0.134	132
MSCN20100-TH	20.0	12.0	10.0	22.7	9.4	12.8	32	50.2	1606	12.54	0.168	141
MSCN21100-TH	21.0	14.0	10.0	23.7	11.4	12.8	28	55.0	1537	12.0	0.134	154
MSCN25100-TH	25.0	21.5	10.0	27.7	18.8	12.8	14	73.0	1022	7.97	0.051	204
MSCN26100-TH	26.0	16.0	10.0	28.7	13.4	12.8	40	65.9	2636	20.6	0.160	185
MSCN32100-TH	32.0	20.0	10.0	34.8	17.3	12.8	48	81.6	3917	30.6	0.155	229
MSCN37100-TH	37.0	23.0	10.0	39.8	20.3	12.8	56	94.2	5275	41.2	0.157	264
MSCN46200-TH	46.0	27.0	20.0	49.8	22.8	24.5	152	115	17480	135.9	0.350	321
MSCN46250-TH	46.0	27.0	25.0	49.8	22.8	28.8	190	115	21850	169.9	0.437	321
Покрытие краской *												
MSCNP1045-TH	10.0	6.7	4.5	11.0	5.7	5.5	5.9	23.7	146	1.22	0.060	73.4
MSCNP1245-TH	12.0	8.0	4.5	13.0	7.0	5.5	7.2	31.4	226	1.76	0.060	87.9
MSCNP1545-TH	15.0	10.0	4.5	16.0	11.0	5.5	9.0	39.3	354	2.76	0.060	110
MSCNP1660-TH	16.0	10.0	6.0	17.0	9.0	7.0	14.4	40.8	588	4.60	0.093	114
MSCNP1845-TH	18.0	12.0	4.5	19.0	11.0	5.5	10.8	47.1	509	3.97	0.060	132
MSCNP2080-TH	20.0	12.5	8.0	21.0	11.5	9.0	24.0	51.0	1224	9.55	0.124	143

...продолжение таблицы «Магнитопроводы серии MSCN с низкой проницаемостью и малыми потерями»

Покрытие краской *												
MSCNP18100-TH	18.0	12.0	10.0	19.0	11.0	11.0	24.0	47.1	1130	8.82	0.134	132
MSCNP20100-TH	20.0	12.0	10.0	21.0	11.0	11.0	32.0	50.2	1606	12.54	0.168	141
MSCNP21100-TH	21.0	14.0	10.0	22.0	13.0	11.0	28.0	54.9	1537	12.0	0.134	154
MSCNP25100-TH	25.0	21.5	10.0	26.0	20.5	11.0	14.0	73.0	1022	7.97	0.051	204
MSCNP26100-TH	26.0	16.0	10.0	27.0	15.0	11.0	40.0	65.9	2636	20.6	0.160	185
MSCNP32100-TH	32.0	20.0	10.0	33.0	19.0	11.0	48.0	81.6	3917	30.6	0.155	229
MSCNP37100-TH	37.0	23.0	10.0	38.0	22.0	11.0	56.0	94.2	5275	41.2	0.157	264
MSCNP46200-TH	46.0	27.0	20.0	47.0	26.0	21.0	152.0	115	17480	135.8	0.350	321
MSCNP46250-TH	46.0	27.0	25.0	47.0	26.0	26.0	190.0	115	21850	169.9	0.437	321

Примечания к таблице:

- 1 Размеры магнитопровода в контейнере. OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальная эффективная площадь поперечного сечения.
- 3 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 4 Номинальный эффективный объем.
- 5 Номинальная масса без контейнера. Допуск $\pm 10\%$.
- 6 Коэффициент индуктивности. Номинальное значение при 100 кГц, $I_{ac} \times N = 20$ мА и $+25^\circ\text{C}$.
- 7 Максимальная магнитодвижущая сила (ампер-витки).

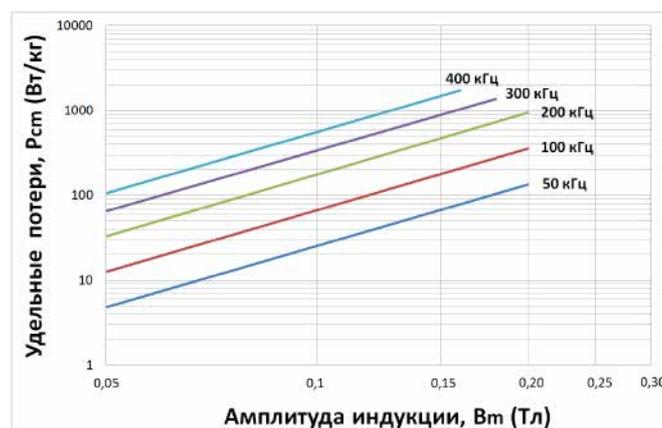
* Диапазон температур от -60°C до $+155^\circ\text{C}$.

Типичные магнитные характеристики серии MSCN

Петля гистерезиса при 100 Гц, 5000 А/м



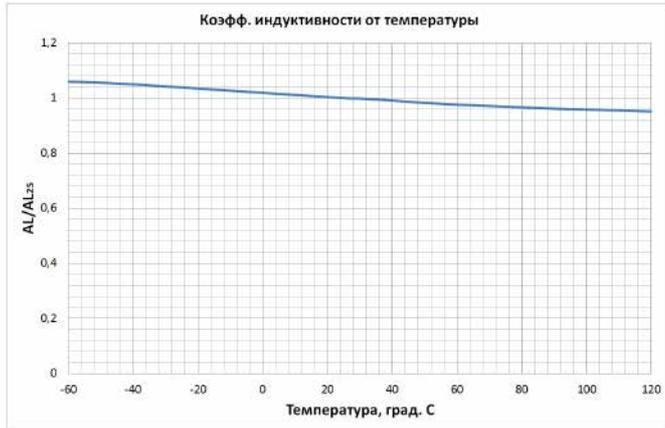
Удельные потери P_{cm}



* Потери ниже, чем у популярных магнитодиэлектриков, пресспермаллоев, магнитопроводов из АММС с распределенным и немагнитным зазором

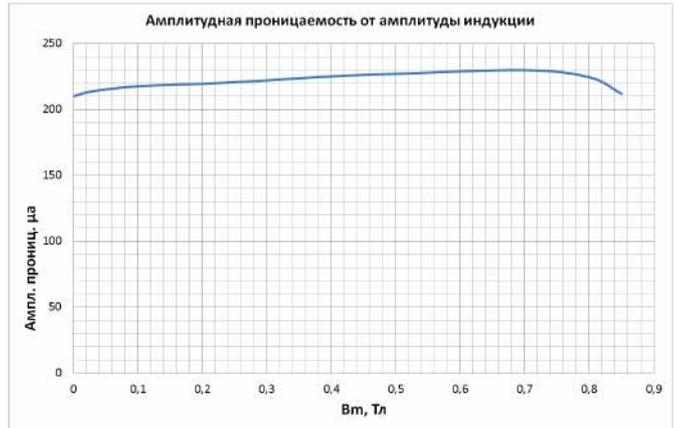
Типичные магнитные характеристики серии MSCN

Зависимость индуктивности от температуры



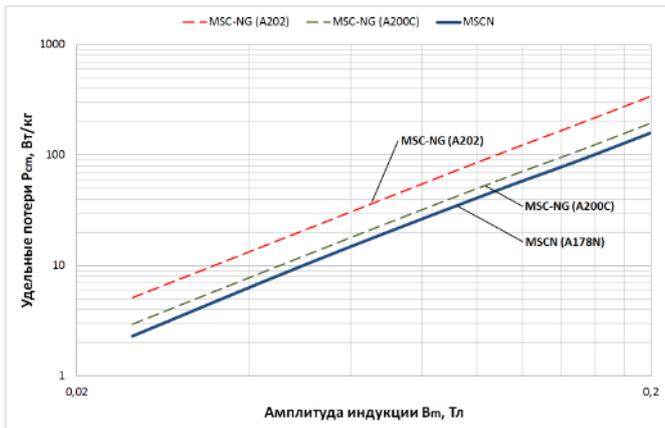
* Изменение индуктивности около $\pm 5\%$ во всём рабочем диапазоне температур

Зависимость проницаемости от амплитуды индукции



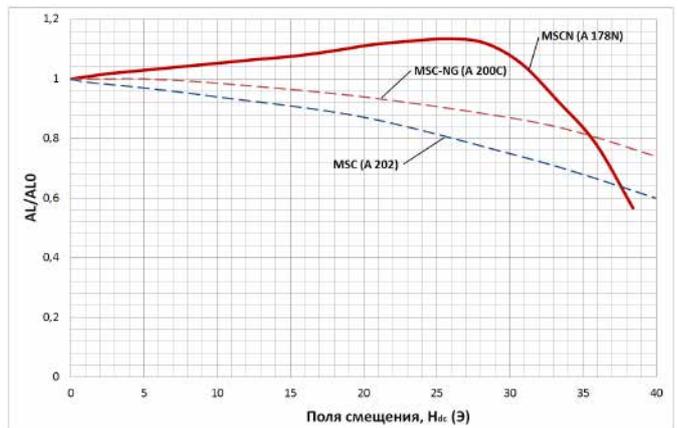
* Амплитудная проницаемость слабо растёт с ростом амплитуды индукции

Зависимость потерь от амплитуды индукции (100 кГц) (сравнение с MSC-NG)



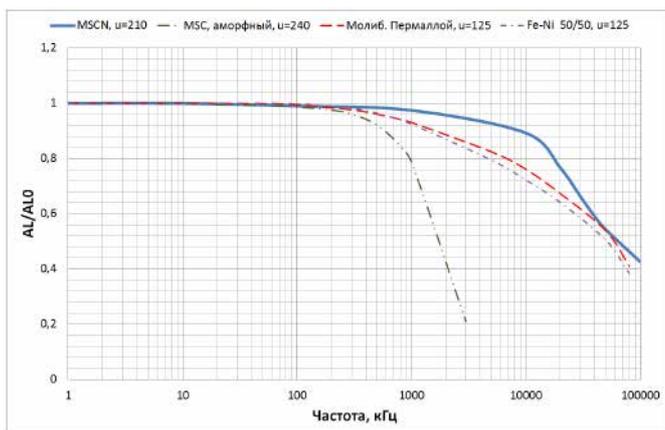
* Потери ниже относительно серий MSC-NG, MSC

Индуктивность от напряженности поля смещения (сравнение с MSC-NG, MSC)



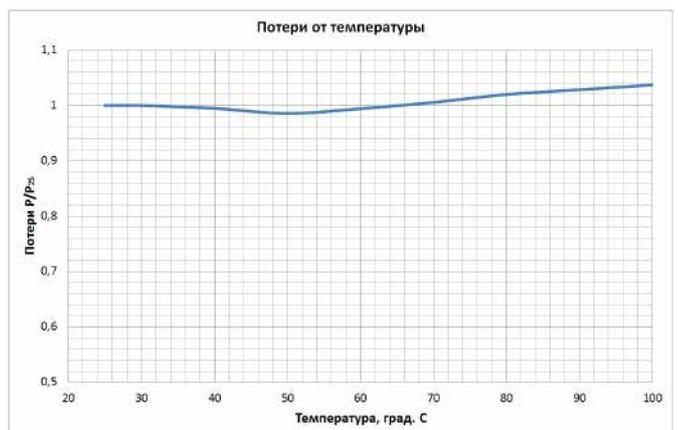
* В отличие от традиционных материалов индуктивность немного растёт с ростом напряженности поля смещения

Зависимость индуктивности от частоты (сравнение с магнитоэлектриками)



* Частотная характеристика лучше, чем у известных распространённых материалов, на частоте 10 МГц снижение индуктивности около 10%.

Зависимость потерь от температуры



* Все характеристики, кроме температурных, измерены при температуре $\sim +25^\circ\text{C}$.

8 МАГНИТОПРОВОДЫ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИЕ

Описание

Серии магнитопроводов **MSB / MSK** предназначены для снижения пикового шума, вызванного быстрыми изменениями тока и/или напряжения, в импульсных источниках питания, таких как персональные / промышленные блоки питания, ИБП, телекоммуникационные/сетевые ИИП и т.п.

В импульсных преобразователях выходные выпрямители нагружены прямым током, протекающим через них, непосредственно перед мгновенным изменением напряжения при запирании. Это вызывает значительный

всплеск обратного тока, протекающего через диод. Этот всплеск зависит от времени обратного восстановления выходного выпрямительного диода и / или замыкающего диода, связанного с общим проводом. Дополнительные динамические потери на переключение могут быть намного больше, чем потери на прямом сопротивлении диода или силового ключа, если при этом напряжение достаточно высокое. Одним из способов уменьшить эти потери является включение дросселей на основе **серий MSB / MSK** последовательно с выходным выпрямителем или замыкающим диодом.

MSB

СЕРИЯ

Магнитопроводы **серии MSB / MSK** для подавления помех в полупроводниковых приборах – это дроссели, магнитопровод которых имеет прямоугольную петлю гистерезиса, так называемую В-Н петлю формы Z, характерную для аморфного сплава АМАГ172 на основе Со. Дроссели, сделанные на основе магнитопровода из этого материала, имеют очень высокую проницаемость в момент перехода тока через ноль и затем быстро входят в насыщение.

MSK

СЕРИЯ

Чтобы использовать магнитопроводы **серии MSB**, достаточно просто надеть подходящий магнитопровод **серии MSB** на вывод диода или транзистора MOSFET. Магнитопровод **серии MSK** универсален. Он может использоваться с одним витком или с несколькими.

Помехоподавляющий дроссель **серии MSB / MSK** – это простой способ борьбы с источником пикового шума в импульсных источниках питания с ШИМ-режимом. При этом потери в магнитопроводах ниже, чем в классических RC демпферах, а эффективность подавления помех значительно выше, чем у ферритовых «бусинок» аналогичного назначения.

Преимущества:

- Низкие потери повышают эффективность ИИП
- Высокая индуктивность при переходе тока через ноль
- Очень низкая индуктивность насыщения
- Подавление импульсных коротких выбросов и ВЧ «звона»
- Упрощение конструкции схемы шумоподавления
- Диапазон температур от -60°C до $+100^{\circ}\text{C}$

Применение:

- Мягкое обратное восстановление полупроводниковых приборов для радикального снижения шума
- Защита диодов от выбросов напряжения
- Подавление ВЧ «звона» в ИИП
- Ограничение тока обратного восстановления полупроводников
- Схемы управления двигателями с MOSFET или биполярными транзисторами
- Защита от «звона» в MOSFET ключах
- Функция задержки включения для MOSFET триггера затвора
- Зарядные устройства на основе ИИП
- AC адаптеры
- Защита от пиковых выбросов для мостовых MOSFET схем



Магнитопроводы помехоподавляющие серии MSB (Bead)

НАИМЕНОВАНИЕ	1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2 L_{eff} (мм)	3 A_{eff} (мм ²)	4 $2\Phi_m$ (мкВб)	5 A_L (мкГн/вит ²)	Корпус
	OD	ID	HT					
MSB-03A-N	4.0	1.6	4.5	7.7	1.20	0.9	3.0	Голубая (чёрная) пластмасса
MSB-03S-N	4.0	1.6	6.0	7.7	1.80	1.3	5.0	
MSB-04S-N	5.0	1.6	6.0	9.1	3.60	2.7	9.0	
MSB-04B-N	5.0	1.6	7.5	9.1	4.80	3.6	12.0	
MSB-045A-N	6.5	2.4	6.0	13.3	0.6	0.6	0.86	
MSB-05A-N	7.0	2.4	6.0	14.1	1.17	1.05	1.4	

Примечания к таблице:

- 1 Максимальные размеры магнитопровода в контейнере. OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 3 Номинальные значения эффективной площади поперечного сечения.
- 4 Полный (двойной) поток. Минимальные значения при 50 кГц, 80 А/м и +25°C.
- 5 Коэффициент индуктивности, минимальные значения при 50 кГц, $I_{ac} \times N = 10$ мА и +25°C.

* Коэффициент прямоугольности, V_r/V_m в режиме 100кГц, 80 А/м и +25°C – больше 88%.
Коэрцитивная сила, H_c ниже 25 А/м при 100кГц, 80 А/м и +25°C.

Магнитопроводы помехоподавляющие серии MSK (Spike Killer)

НАИМЕНОВАНИЕ	1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5	6	7
	OD	ID	HT						
MSK-09S-N	10.7	5.5	6.3	25.0	3.5	88	24	1.8	3.9
MSK-10S-N	11.9	5.8	6.3	27.0	4.7	129	26	2.2	5.3
MSK-12A-N	14.0	6.6	4.8	31.0	4.7	147	34	1.9	5.2
MSK-12S-N	14.0	6.6	6.3	31.0	7.0	221	34	2.8	7.9
MSK-14S-N	15.9	6.8	6.5	34.3	10.0	350	36	3.7	11.2
MSK-15A-N	16.7	10.5	6.3	42.2	5.3	223	87	1.6	5.9
MSK-15S-N	16.9	8.6	6.5	38.7	8.8	345	59	2.8	9.8
MSK-18S-N	19.8	10.4	6.4	46.5	10.5	496	85	2.8	11.8
MSK-21S-N	22.8	12.4	6.3	54.2	12.3	675	121	2.8	13.8

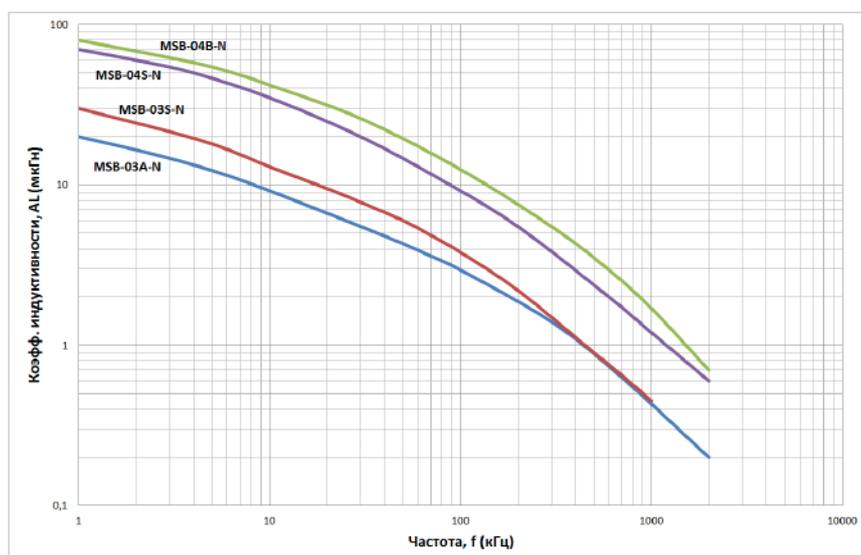
Примечания к таблице:

- 1 Размеры магнитопровода в контейнере.
OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 3 Номинальные значения эффективной площади поперечного сечения.
- 4 Номинальные значения эффективного объёма.
- 5 Номинальные значения площади окна.
- 6 Коэффициент индуктивности, минимальные значения при 50 кГц, 80 А/м и +25°C.
- 7 Полный (двойной) поток при 50 кГц, 80 А/м, и +25°C.

* Коэффициент прямоугольности, V_r/V_m в режиме 100кГц, 80 А/м и +25°C – больше 94%.
Коэрцитивная сила, H_c ниже 25 А/м при 100кГц, 80 А/м и +25°C.

Типичные магнитные характеристики серии MSB

Зависимость индуктивности от частоты, $A_L(f)$



* Индуктивность измерена на одном витке при температуре ~ +25°C

9 ИНДУКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Описание

Магнитопроводы **серии MSP** с заданной проницаемостью, с возможностью наложения постоянного тока (поля) и / или без него предназначены для нескольких типов импульсных трансформаторов в современном телекоммуникационном оборудовании, таком как цифровая сеть с комплексными услугами (ISDN), локальная сеть (LAN), все типы цифровых абонентских линий (xDSL), модем и т. д.

Импульсный трансформатор для цифровой связи и дроссель линии передачи данных для формирования сигнала выполнены на основе малогабаритных магнитопроводов с высокой проницаемостью. Эти импульсные трансформаторы электрически изолируют сетевую цепь от конечного оборудования. Это новый

необходимый шаг в миниатюризации импульсного трансформатора. В качестве материала магнитопровода для импульсных трансформаторов традиционно использовался феррит Mn-Zn. Из-за низкого импеданса, обусловленного низкой проницаемостью и низкой индукцией насыщения феррита, уменьшение размера импульсного трансформатора ниже определённого предела невозможно. Если увеличение импеданса достигается за счет увеличения числа витков обмотки, частотные характеристики импеданса становятся хуже из-за снижения резонансной частоты с увеличением межвитковой емкости. Таким образом, очень трудно удовлетворить рекомендацию стандарта ITU-T 1.430 от Международного союза электросвязи (МСЭ).

MSP
СЕРИЯ

МСТАТОР поставляет импульсные трансформаторы небольшого размера, производственная технология которых базируется на своих собственных высококачественных аморфных сплавах. Несколько марок аморфных сплавов с заданными магнитными свойствами были специально разработаны с градуированными магнитными свойствами для всех распространенных интерфейсов ISDN, таких как S2M, So, Uro, Uko, а также технологий xDSL и дросселей для линий передачи данных.

Преимущества:

- Уменьшение размера дросселей и трансформаторов
- Высокий импеданс в широком диапазоне частот
- Соответствие стандартам ITU-T 1.430
- Высокая проницаемость без наложения постоянного тока
- Низкое вносимое затухание в широком диапазоне частот
- Соответствие требованиям к изоляции согласно IEC 950, EN 60950, BS 601
- Низкие потери в магнитопроводе
- Снижение энергопотребления в коммуникационном оборудовании
- Рабочая температура от -60°C до $+100^{\circ}\text{C}$

Применение:

• So-interface

- Связь между сетевым терминалом (NT) и абонентскими терминалами (TE)

- Связь между частной АТС (PBX) и абонентскими терминалами (TE)

• UPO/UKO-интерфейс

- Связь между локальным центральным офисом и сетевым терминалом (NT1)

• S2M-интерфейс

- Связь между местным центральным офисом и частной АТС (PBX)

Магнитопроводы серии MSP для телекоммуникаций

НАИМЕНОВАНИЕ	1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2 L_{eff} (мм)	3 A_{eff} (мм ²)	4 A_{LO} (мкГн/вит ²)	5 A_{LDC} (мкГн/вит ²)	6 <i>Примечания</i>
	OD	ID	HT					
MSP-10S-32	11.1	5.1	5.8	25.5	6.1	26.0 ^{a)}	-	S _{2M}
MSP-10B-30	11.1	5.3	7.6	25.5	8.2	20.7 ^{a)}	14.1 ^{b)}	S ₀ (1mA), 4кВ
MSP-10S-18	11.1	5.1	5.8	25.5	6.1	18.4 ^{a)}	12.4 ^{c)}	S ₀ (3mA)
MSP-06A-12*	6.8	3.0	4.1	15.0	3.8	9.8 ^{a)}	6.9 ^{d)}	S ₀ (4mA)
MSP-10S-14	11.1	5.1	5.8	25.5	6.1	8.9 ^{a)}	6.1 ^{e)}	S ₀ (5mA)
MSP-07A-08*	7.5	3.0	4.2	15.9	5.2	-	0.6 ^{f)}	U _{po} , DSL
MSP-10S-03	11.1	5.1	5.8	25.5	6.1	-	0.315-0.385 ^{g)}	U _{lo} (4B3T), DSL

Примечания к таблице #1:

- 1 Максимальные размеры магнитопровода в контейнере. OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 3 Номинальные значения эффективной площади поперечного сечения.
- 4 Минимальное значение начального коэффициента индуктивности.
- 5 Минимальное значение при наложении тока подмагничивания DC.
- 6 Типичное применение.

Примечания к таблице #2.

Условия измерения:

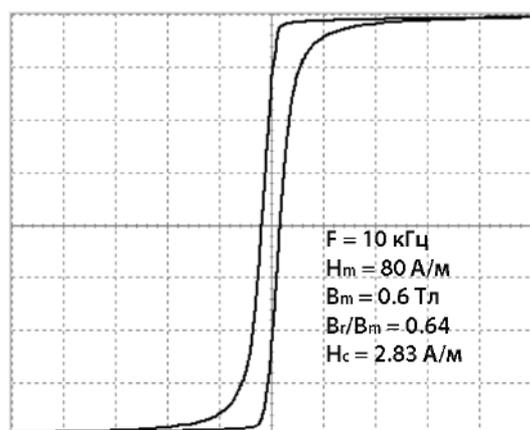
- a) 10 кГц
- b) 20 кГц, $I_{dc} \times N = 19$ мА
- c) 20 кГц, $I_{dc} \times N = 66$ мА
- d) 20 кГц, $I_{dc} \times N = 120$ мА
- e) 20 кГц, $I_{dc} \times N = 145$ мА
- f) 10 кГц, $I_{dc} \times N = 4.5$ А
- g) 10 кГц, $I_{dc} \times N = 10.2$ А

Примечание к таблице #3:

* Эти магнитопроводы выпускаются в алюминиевом контейнере. Остальные изделия в пластмассовом контейнере

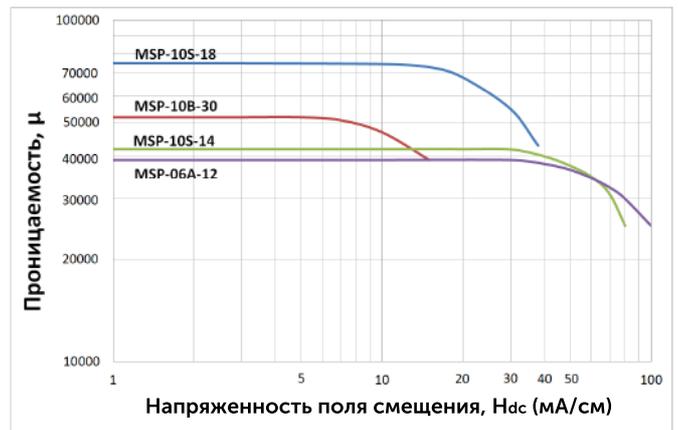
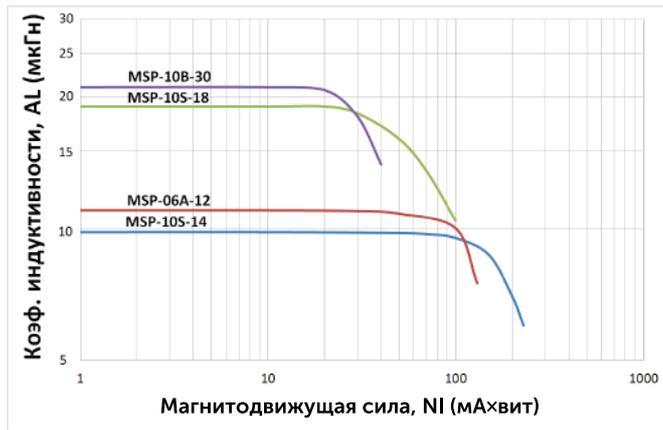
Типичные магнитные характеристики серии MSP

Петля гистерезиса В-Н при 10 кГц, 80 А/м (MSP-10S-18)

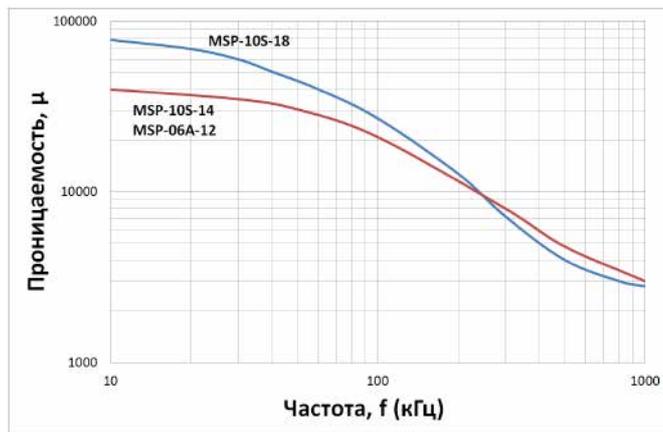


Типичные зависимости от частоты и тока DC для импульсного трансформатора So-интерфейса

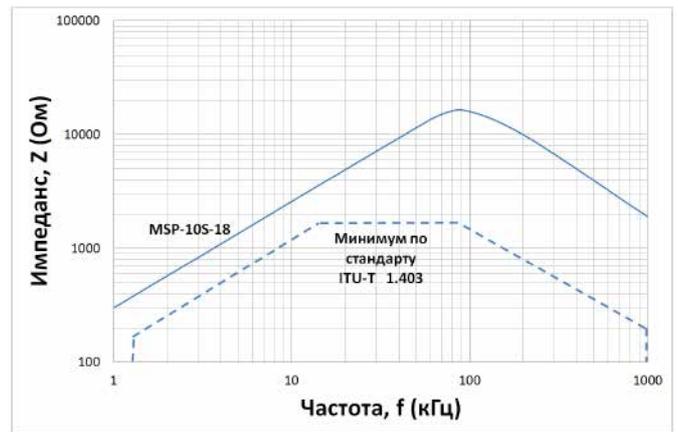
Зависимости от смещения током DC на частоте 10 кГц



Частотные свойства для S_0 -интерфейса



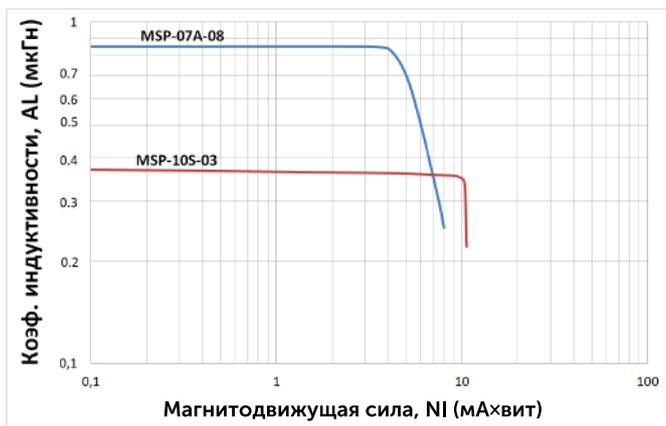
Свойства импеданса для S_0 -интерфейса



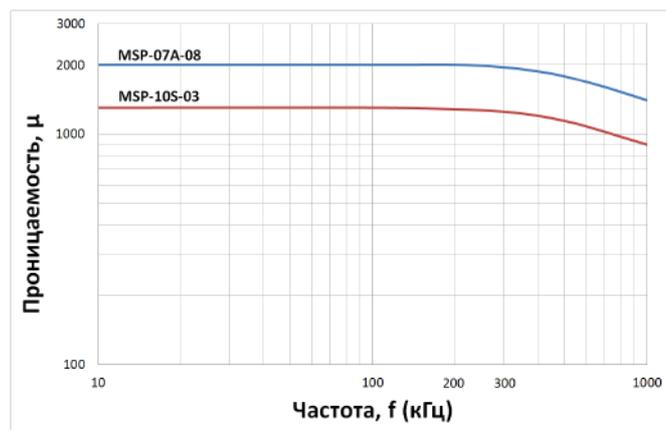
* Все характеристики измерены при температуре $\sim +25^\circ\text{C}$

Типичные магнитные характеристики серии MSP

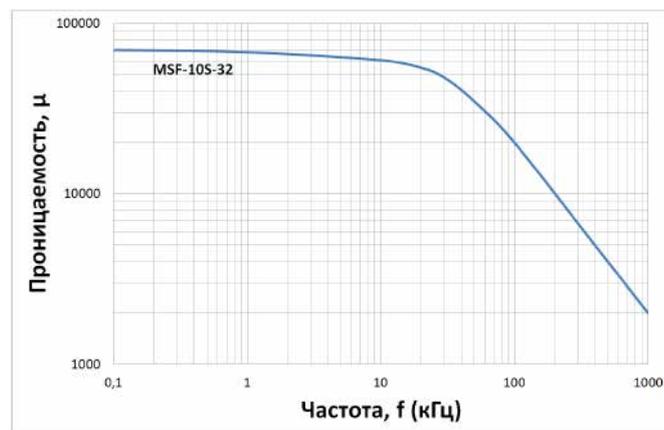
Зависимости от DC смещения для U-интерфейса на частоте 20 кГц



Частотные свойства для U-интерфейса



Частотные свойства для дросселя S_{2M} линии передачи данных



* Все характеристики измерены при температуре ~ +25°C

10 МАГНИТОПРОВОДЫ ДЛЯ HIGH-END АУДИО АППАРАТУРЫ

Описание

Новый продукт – магнитопроводы **серии MSTAN** (КВШУ.684459.091ТУ) навиты из тонкой ленты (16–20 мкм) нанокристаллического сплава **АМАГ200С** с высокой проницаемостью и низкой магнитострикцией. Технология производства оптимизирована для получения максимальной линейности петли гистерезиса в комплексе с высокой проницаемостью.

В отличие от электротехнической стали и других традиционных материалов, используемых в высококачественных аудиосистемах, проницаемость магнитопроводов **серии MSTAN** пренебрежимо мало изменяется с изменением амплитуды индукции и частоты. Это радикально устраняет известный эффект «первого ватта». На низкой громкости аппаратура звучит так же хорошо, как на высокой громкости.

Трансформаторы на основе **серии MSTAN** вносят минимальные фазовые искажения из-за низких потерь и линейности петли гистерезиса. Это дает четкую

пространственную картину стереозвука, которая всегда положительно отмечается экспертами и любителями высококачественного аудио.

Высокая проницаемость позволяет при небольшом числе витков, малых габаритах и низком активном сопротивлении обмотки получить индуктивность в несколько сотен Генри.

Трансформаторы на базе **серии MSTAN** имеют высокий коэффициент качества и обеспечивают отличную верность звучания. В короткий срок аудио **серия MSTAN** получила хорошие отзывы в сравнении с лучшими мировыми брендами и завоевала популярность у любителей и экспертов в сфере High-End аудио.

По просьбам потребителей в 2020 г. МСТАТОР расширил размерный ряд магнитопроводов в сторону увеличения эффективного сечения, что позволяет изготавливать высококачественные мощные выходные трансформаторы.

Преимущества:

- Высокая проницаемость: Типичная $\mu_{нач} = 65000$ (100 Гц)
- Высокая индукция насыщения: $B_s = 1.16$ Тл
- Хорошая линейность петли гистерезиса
- Коэффициент прямоугольности B_r/V_m не более 0.3 (Типичный $0.1 \div 0.2$)
- Хорошая стабильность проницаемости в звуковом диапазоне частот
- Хорошая стабильность проницаемости при изменении амплитуды индукции (громкости звука)
- Узкая петля гистерезиса, низкие потери
- Низкое количество витков обмоток трансформаторов
- Низкое активное сопротивление обмоток
- Высокий коэффициент качества трансформаторов
- Низкие нелинейные, частотные и фазовые искажения звука
- Диапазон температур от -60°C до $+155^\circ\text{C}$

Применение:

- Аудио трансформаторы в двухтактных усилителях
- Аудио трансформаторы в ламповых усилителях
- Межкаскадные аудио трансформаторы
- Трансформаторы для ступенчатых регуляторов громкости
- Малосигнальные аудио трансформаторы
- Микрофонные аудио трансформаторы
- Согласующие трансформаторы для цифровых источников сигнала
- Трансформаторы для фonoкорректоров виниловых дисков
- Дроссели в LCR цепях фonoкорректоров
- Фазоинверторы
- Согласующие трансформаторы (выход ЦАП - вход усилителя)
- Выходные аудио трансформаторы (возможно также использование составных магнитопроводов в комбинации с электротехнической сталью)

Магнитопроводы серии MSTAN для аудио аппаратуры

НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			1 ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5	6
	D	d	h	OD	ID	HT	A_{eff} (мм ²)	L_{eff} (мм)	V_{eff} (см ³)	m (г)	A_L +40/-25% (мкГн/вит ²)
В пластмассовом контейнере											
MSTAN-10S-TH	10.0	6.7	4.5	11.4	5.0	6.1	5.3	26.2	0.139	1.0	15.4
MSTAN-12S-TH	12.0	8.0	4.5	14.2	6.4	6.5	6.5	31.4	0.204	1.5	15.6
MSTAN-15A-TH	15.0	12.0	4.5	16.9	10.0	6.5	4.9	42.4	0.208	1.5	8.6
MSTAN-16A-TH	16.0	10.0	6.0	18.0	8.0	8.3	13.0	40.8	0.530	3.9	23.9
MSTAN-18S-TH	18.0	12.0	4.5	20.0	10.2	6.6	9.7	47.1	0.457	3.3	15.6
MSTAN-20A-TH	20.0	12.5	8.0	22.7	10.2	10.3	21.6	51.0	1.102	8.0	31.9
MSTAN-25A-TH	25.0	20.0	10.0	27.9	17.1	12.9	18.0	70.7	1.273	9.3	19.2
MSTAN-25S-TH	25.0	16.0	10.0	28.6	13.6	12.5	32.4	64.4	2.087	15.2	37.9
MSTAN-30S-TH	30.0	20.0	10.0	33.0	17.6	12.9	36.0	78.5	2.826	20.6	34.6
MSTAN-32S-TH	32.0	20.0	10.0	34.8	17.4	12.8	43.2	81.6	3.525	25.7	39.9
MSTAN-40A-TH	40.0	32.0	15.0	42.7	28.8	18.2	43.2	113.0	4.882	35.6	28.8
MSTAN-40S-TH	38.0	26.0	12.0	40.9	23.2	15.5	51.8	100.5	5.206	38.0	38.9
MSTAN-45S-TH1	45.0	25.0	20.0	48.3	21.7	23.5	144.0	109.9	15.830	116.0	98.7
MSTAN-50S-TH1	50.0	40.0	20.0	54.0	36.0	24.1	72.0	141.3	10.174	74.3	38.4
MSTAN-60S-TH	60.0	45.0	20.0	64.5	40.5	25.0	108.0	164.9	17.809	130.0	49.4
MSTAN-60A-TH	60.0	40.0	30.0	64.1	36.0	34.5	216.0	157.0	33.912	248.0	103.7

...продолжение таблицы «Магнитопроводы серии MSTAN для аудио аппаратуры»

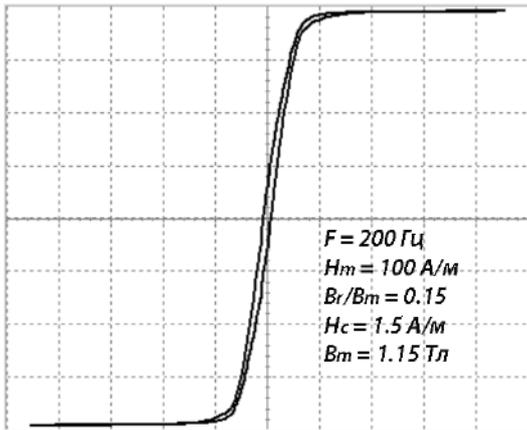
НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗМЕР ИСХОДНОГО МАГНИТОПРОВОДА (мм)			ИТОГОВЫЙ РАЗМЕР МАГНИТОПРОВОДА (мм)			2	3	4	5	6
	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>OD</i>	<i>ID</i>	<i>HT</i>	A_{eff} (мм ²)	L_{eff} (мм)	V_{eff} (см ³)	<i>m</i> (г)	A_L +40/-25% (мкГн/вит ²)
В пластмассовом контейнере											
MSTAN-63A-TH	63.0	50.0	25.0	67.5	46.5	28.8	117.0	177.4	20.756	152	49.7
MSTAN-64A-TH	64.0	40.0	30.0	68.5	37.0	34.5	259.2	163.3	42.327	309.0	119.6
MSTAN-64S-TH	64.0	40.0	20.0	68.7	36.8	24.7	172.8	163.3	28.218	206.0	79.8
MSTAN-80A-TH	80.0	63.0	25.0	84.5	59.0	29.6	153.0	224.5	33.349	251.0	51.4
MSTAN-80S-TH	80.0	50.0	20.0	84.5	46.5	25.5	216.0	204.1	44.086	322.0	79.8
MSTAN-90S-TH	90.0	50.0	30.0	94.0	46.5	35.5	432.0	219.8	94.954	693.0	148.1
MSTAN-100S-TH	100.0	80.0	20.0	105.0	75.3	25.0	144.0	282.6	40.694	297	41.3
MSTAN-100A-TH	100.0	50.0	25.0	104.0	47.0	29.5	450.0	235.5	10.598	774.0	144.0
MSTAN-120S-TH	120.0	80.0	20.0	126.5	74.5	26.0	288.0	314.0	90.432	660.0	69.1
MSTAN-120A-TH	120.0	80.0	30.0	124.0	75.5	36.5	432.0	314.0	135.65	990.2	103.7
MSTAN-170A-TH	170.0	120.0	25.0	175.0	115.0	31.0	450.0	455.3	204.89	1495.0	80.1
Покрытие краской											
MSTANP-10S-TH	10.0	6.7	4.5	11.0	5.5	5.5	5.3	26.2	0.139	1.0	12.3
MSTANP-12S-TH	12.0	8.0	4.5	13.0	7.0	5.5	6.5	31.4	0.204	1.5	12.5
MSTANP-15A-TH	15.0	12.0	4.5	16.0	11.0	5.5	4.9	42.4	0.208	1.5	6.9
MSTANP-16A-TH	16.0	10.0	6.0	17.0	9.0	7.0	13.0	40.8	0.530	3.9	19.1
MSTANP-18S-TH	18.0	12.0	4.5	19.0	11.0	5.5	9.7	47.1	0.488	3.3	12.5
MSTANP-20A-TH	20.0	12.5	8.0	21.0	11.5	9.0	21.6	51.0	1.102	8.0	25.5
MSTANP-25A-TH	25.0	20.0	10.0	26.0	19.0	11.0	18.0	70.7	1.273	9.3	15.4
MSTANP-25S-TH	25.0	16.0	10.0	26.0	17.0	11.0	32.4	64.4	2.087	15.2	30.3
MSTANP-30S-TH	30.0	20.0	10.0	31.0	19.0	11.0	36.0	78.5	2.826	20.6	27.7
MSTANP-32S-TH	32.0	20.0	10.0	33.0	19.0	11.0	43.2	81.6	3.525	25.7	31.9
MSTANP-40A-TH	40.0	32.0	15.0	41.0	31.0	16.0	43.2	113.0	4.882	35.6	23.0
MSTANP-40S-TH	38.0	26.0	12.0	39.0	25.0	13.0	51.8	100.5	5.206	38.0	31.1
MSTANP-45S-TH	45.0	25.0	20.0	46.0	24.0	21.0	144.0	109.9	15.83	116.0	79.0

Примечания к таблице:

- 1 Размеры магнитопровода в контейнере.
OD - внешний диаметр, не более. ID - внутренний диаметр, не менее. HT - высота, не более.
- 2 Номинальные значения эффективной площади сечения.
- 3 Номинальные значения длины средней магнитной линии.
- 4 Номинальные значения эффективного объёма.
- 5 Номинальные значения массы магнитопровода без контейнера.
- 6 Номинальные значения индуктивности одновитковой обмотки (коэфф. индуктивности). (1 кГц, 20 мАхвит.)

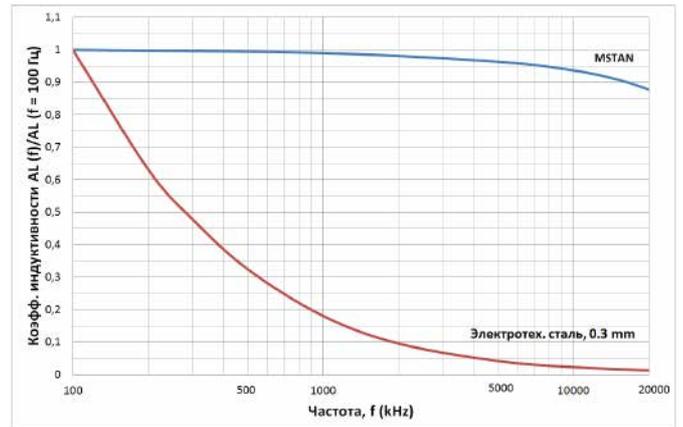
Типичные магнитные характеристики серии MSTAN

Петля гистерезиса



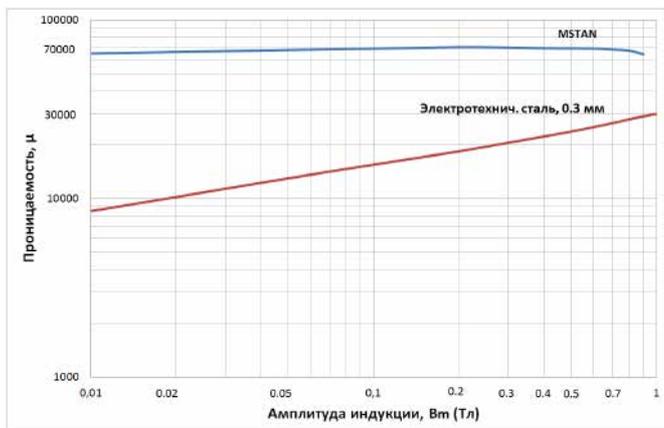
* Узкая линейная петля гистерезиса достигается применением специальной прецизионной термомагнитной обработки

Зависимость индуктивности от частоты $A_L(f)$



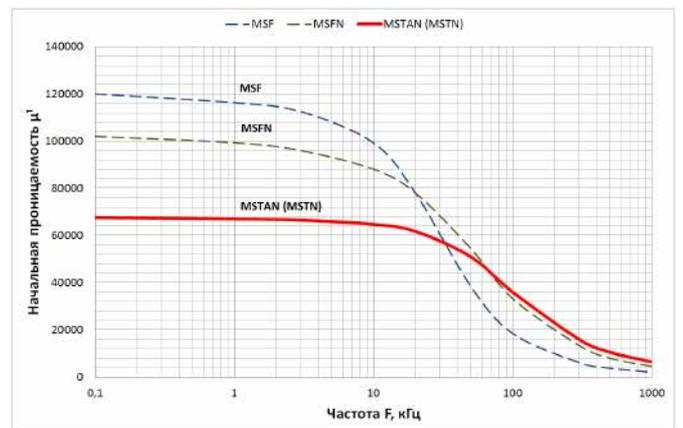
* Индуктивность слабо зависит от частоты в отличие от электротехнической стали

Зависимость проницаемости от индукции (сравнение с электротехнической сталью)



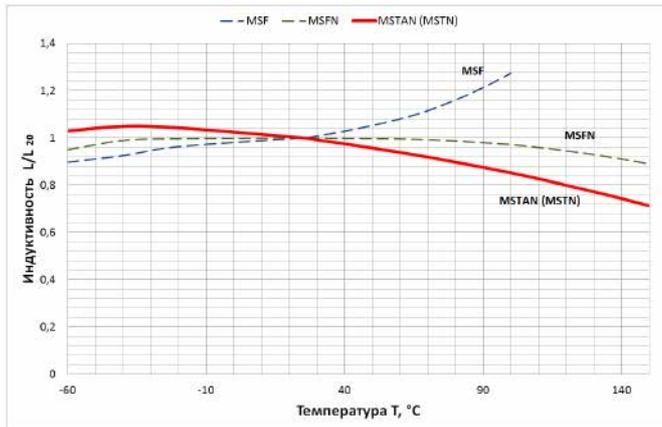
* Начальная проницаемость обычно составляет 85% от максимальной проницаемости, что обеспечивает низкие частотные и фазовые искажения в малосигнальной области (эффект первого ватта)

Зависимость проницаемости от частоты



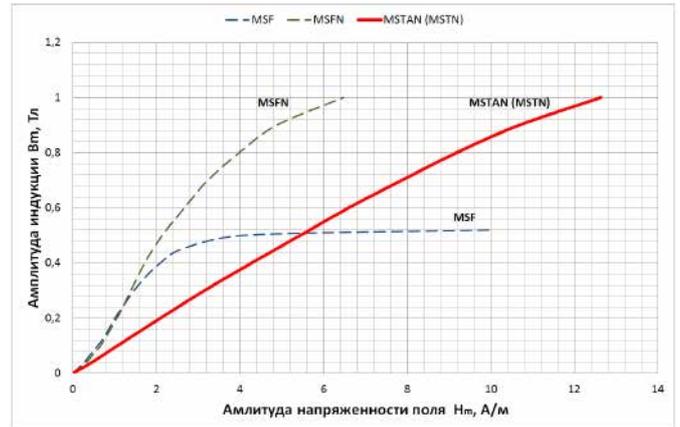
* Проницаемость практически не изменяется в звуковом диапазоне частот

Зависимость индуктивности от температуры



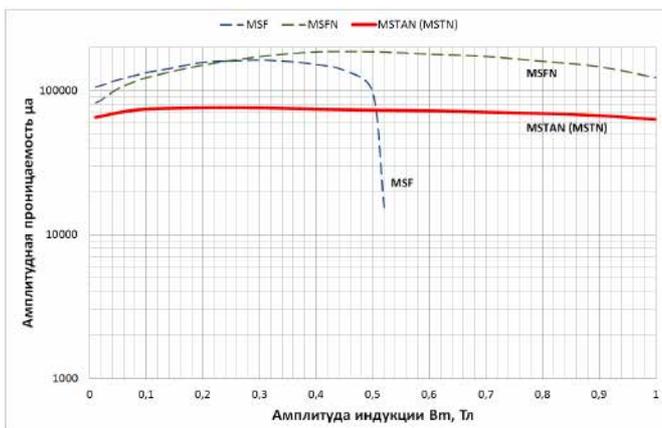
* Хорошая температурная стабильность обеспечивает высокое качество звука в различных условиях эксплуатации

Начальная кривая намагничивания (50 Гц)



* Хорошая линейность начальной кривой намагничивания обеспечивает низкие гармонические искажения и высокую верность звучания

Зависимость проницаемости от амплитуды индукции (сравнение с MSFN, MSF)



* Амплитудная проницаемость слабо зависит от амплитуды индукции, что гарантирует низкие искажения как при низкой так и при высокой громкости

* Все характеристики, кроме температурных, измерены при температуре $\sim +25^\circ\text{C}$





**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО “МСТАТОР”**

РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО, ПОСТАВКА МАГНИТОМЯГКИХ
МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОМПОНЕНТОВ

АДРЕС:

РОССИЯ,
НОВГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ,
БОРОВИЧСКИЙ РАЙОН,
Г. БОРОВИЧИ,
УЛ. А.НЕВСКОГО, 10

E-MAIL:

MARKET@MSTATOR.RU

ТЕЛ.:

8-81664-21014

САЙТ:

WWW.MSTATOR.RU

ФАКС:

8-81664-44284