

Magnifer® 50

Описание материала № 9002
Издание август 2002

Магнито - мягкий сплав на основе никеля и железа

Magnifer® 50

Magnifer® 50

Magnifer® 50

Magnifer® 50

Magni

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Magnifer 50 это магнито-мягкий сплав на основе никеля и железа с содержанием никеля 48%, 1.55 Т индукцией насыщения и высокой проницаемостью. Magnifer 50 имеет наивысшую, возможную для подобных сплавов индукцию насыщения.

Типичные области применения Magnifer 50:

- Низкочастотные трансформатор
- роторные и старторные листы
- дроссели
- части реле
- преобразователи суммарного тока для заземляющих выключателей
- шаговые двигатели
- магнитные вентили
- экранирование.

Магнитные свойства

Magnifer 50 производится в трех вариантах в зависимости от области применения:

Magnifer50 RG

После окончательной термообработки обладает почти изотропной структурой с относительно мелким зерном.

Magnifer 50 TG

Напротив, Magnifer 50 TG после окончательной термообработки обладает крупнозернистой, анизотропной структурой с диаметром зерна в несколько миллиметров. Типичным для такой структуры является то, что показатели проницаемости высоки, как в направлении ленты, так и перпендикулярно. Хорошие магнитные свойства Magnifer 50 TG приобретает при относительно низких температурах отжига.

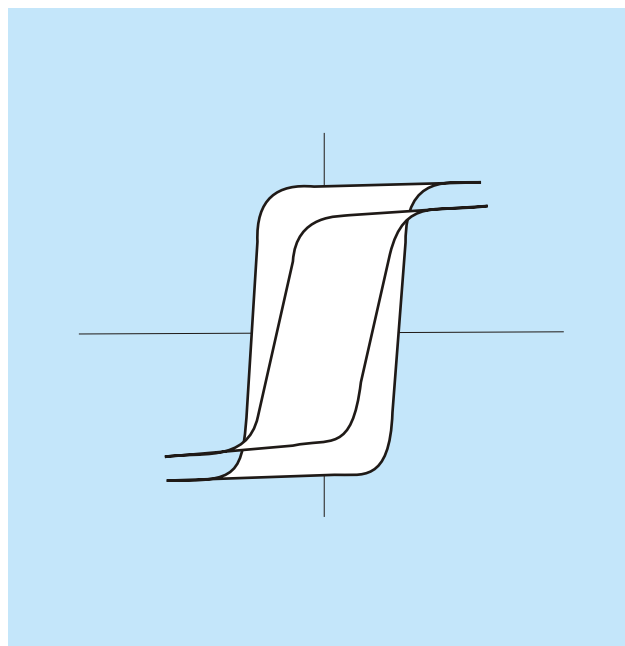
Magnifer 50 T

После заключительной термообработке Magnifer 50 T демонстрирует характерную мелкозернистую текстуру, которая обуславливает почти прямоугольную кривую гистерезиса с показателями остаточной магнитной индукции около 1.5 Т. Линия отношение остаточной магнитной индукции к насыщенности проходит выше 0.95.

В таб. 1 представлены пограничные показатели для отдельных качественных ступеней всех трех вариантов. Наряду с основными вариантами имеются дополнительные свойства.

Magnifer 50 RG-S

В случае необходимости при проведении последующих обработок могут быть получены особые варианты с необходимыми магнитными свойствами, колеблющимися между показателями Magnifer50 RG и Magnifer 50 TG.



Magnifer 50 MH

Ленты большей толщиной (0.35 мм до около 3.2 мм), а также массивный материал оставшихся заготовочных форм поставляются в качестве Magnifer 50 MH.

Magnifer 50 MH-BSo

Magnifer 50 MH-BSo отличается улучшенной устойчивостью к коррозии при переменных климатических условиях. Сплав используется, напр., в штамповочных деталях толщиной не более 0.5 мм.

На рис.1-12 представлены магнитные свойства Magnifer50 RG, Magnifer 50 TG и Magnifer 50 T в зависимости от различных параметров, согласно которым пользователь может выбрать важнейшие данные для определенных размеров.

Речь идет о характерных качествах материала, которые были измерены после термообработок, что изложено в последующих разделах. Изменение термообработки приводит к изменениям свойств материала. Особое влияние оказывает при этом колебание атмосферы печи.

Таблица 1 - Магнитные свойства Magnifer

Материал	Степени качества	Обозначение по DIN	Толщина ленты (мм)	Проницаемость ¹		Коэрцитивная сила H _c (A/m)	Индукция (mT) H _{eff} = 160 MA/cm	Потеря не магнитных свойств (Вт/кг)
				μ ₄	μ _{max}			
Magnifer 50 RG	MF 3	F 3 DIN 41301	0,10; 0,20	≥ 4 000	≥ 60 000	≥ 8	≥ 650 ≥ 500 ≥ 800 ≥ 600 ≥ 1000 ≥ 700	V ₁₀ = 0,25
			0,35	≥ 4 000	≥ 40 000			
	MF 6	RNi8, Rni12 DIN 17405	0,10; 0,20	≥ 6 000	≥ 70 000			
			0,35	≥ 6 000	≥ 45 000			
MF 10		0,10; 0,20	≥ 10 000	≥ 80 000				
	MF 8		0,35	≥ 10 000	≥ 50 000			
Magnifer 50 TG	MG 6		0,10; 0,20	≥ 6 000	≥ 70 000		≥ 800 ≥ 650 ≥ 1000 ≥ 750	
			0,35	≥ 6 000	≥ 50 000			
	MG 10		0,15	≥ 10 000	≥ 80 000			
			0,35	≥ 10 000	≥ 55 000			
Magnifer 50 T	MT		0,05; 0,10	Прямоугольная Шлифовка B _R /B _M ≥ 0,95			V ₁₅ = 0,8	

1) измерено на сердечниках кольцевидной связки 22 x 14.5 x 10.

2) статическое измерение после намагничивания в насыщение.

Термообработка

Сильно деформированный материал перед дальнейшим формованием должен быть подвергнут смягчающему отжигу. Отжиг проводится в зависимости от цели в температурном диапазоне между 800°C и 1000°C. При этом, чем короче время отжига не более 1 часа, тем выше температура.

При выборе температура и времени отжига руководствуются конкретно поставленной целью в достижении определенного конечного состояния, которое согласуется с последующими рабочими этапами. Отжиг производится в азоте, аммиаке или другой чистой инертной газовой атмосфере.

Окончательный отжиг для получения оптимальных магнитных свойств

Указанные в таблице магнитные свойства возможны только после специального заключительного отжига. Отжиг производится в сухом водороде или аммиаке (точка росы - 40С). Температурный режим отжига для Magnifer 50 RG и Magnifer 50 TG задается в пределах 1050 °C и 1250 °C, процесс отжига должен продолжаться два восемь часов.

После окончательного отжига охлаждение до 450 °C проводится в печи в течение пяти-семи часов. Дальнейшее охлаждение не является критическим.

Заключительный отжиг Magnifer 50 T производится при температуре 1000 °C. Желаемые показатели температуры отжига, времени выдержки и охлаждения даны для отдельных сплавов.

После заключительной термообработки детали не должны нагружаться механически, т.к. каждое пластическое преобразование ведет к потере магнитных свойств.

Таблица 2 - Химический состав (% по массе)

Ni	Mn	Si	C	Fe
48,0	0,4	0,15	0,02	основа

Таблица 3 - Стандарты и номера материала Magnifer 50

DIN 17745 DIN 41301	1.3926; 1.3927 1.3922	Ni 48 F3	DIN 17405 DIN 17405	1.3926 1.3927	RNi2 RNi8
------------------------	--------------------------	-------------	------------------------	------------------	--------------

Таблица 4 - Типичные физические свойства Magnifer 50

Магнитное насыщение	1,55 Т	15500 G
Температура Кюри	470°C	880°F
Насыщение магнитострикции	+25x10 ⁻⁶	+25x10 ⁻⁶
Специфическое электрическое сопротивление	0,45 Ωмм ² /м	280 Ом circ мм/φ
Плотность	8,25 г/см ³	0,298 ф/дм ³
Способность теплопроводности	15 W/k/m	60(Btu дм.)(фч°F)
Коеф.терморасширения (20 -100) °C	8x10 ⁻⁶ K ⁻¹	4,10x10 ⁻⁶ °F

Таблица 5 - Типичные механические свойства Magnifer 50

	Холоднокатанный (50%)	*Глубокая вытяжка Мягкий отжиг	После окончательного Отжига
Предел прочности на разрыв (Н/мм ²)	750	560	530
(Ksi)	110	80	75
Предел текучести (Н/мм ²)	700	290	230
(Ksi)	100	40	30
Относительное удлинение δ ₅₀ (%)	4	>40	>40
Твердость Hv5	220	130-180	100-120
HRB	97	63-90	55-69

*Желаемое состояние, глубоко перетянутое или гибко отожженное, согласовывается при заказе.

Обработка

Деформирование без стружки

Здесь применимы обычные методы. Указания по обработке даны в таблице механических свойств. В состоянии «глубокая вытяжка, предварительно отожженный» углубление Эриксона составляет мин. 8 при 1 мм толщины листа. Магнитно заключительно отожженное состояние является завершающей стадией при изготовлении определенных деталей. В качестве исходного состояния для дальнейшей обработки отожженный материал не годится. Кроме того, радикально ухудшаются магнитные качества. Для штамповки наилучшим считается холоднокатаное состояние.

Механическая обработка

Для этого типа обработки наилучшим образом подходит холоднокатаное состояние. Реакция материала подобна реакции нержавеющей стали. Обязательными являются низкие скорости резания, охлаждающие масла, инструменты из твердого металла или HSS. Инструмент должен быть хорошо заточен. После обработки содержащие масло, жир, грязь остатки должны быть тщательно удалены, прежде чем детали будут подвергнуты отжигу.

Сварка

Точечная сварка, в целом, соответствует поставленной цели. Практично применимы также другие виды сварки. Готовы дать информацию в случае Ваших специальных вопросов.

Коррозионная стойкость

Антикоррозионная устойчивость имеет средний показатель во влажной атмосфере. Более высокую устойчивость демонстрирует качество Magnifer 50 MH-BSo.

Состояние поставки

Заготовки:

Ленты, штрипсы, листы, круги, проволока.

Готовые детали:

Сердечник кольцевидной связки, листовое полотно для сердечника, детали реле, другие штамповочные и другие гибкие детали.

Индуктивные элементы строения

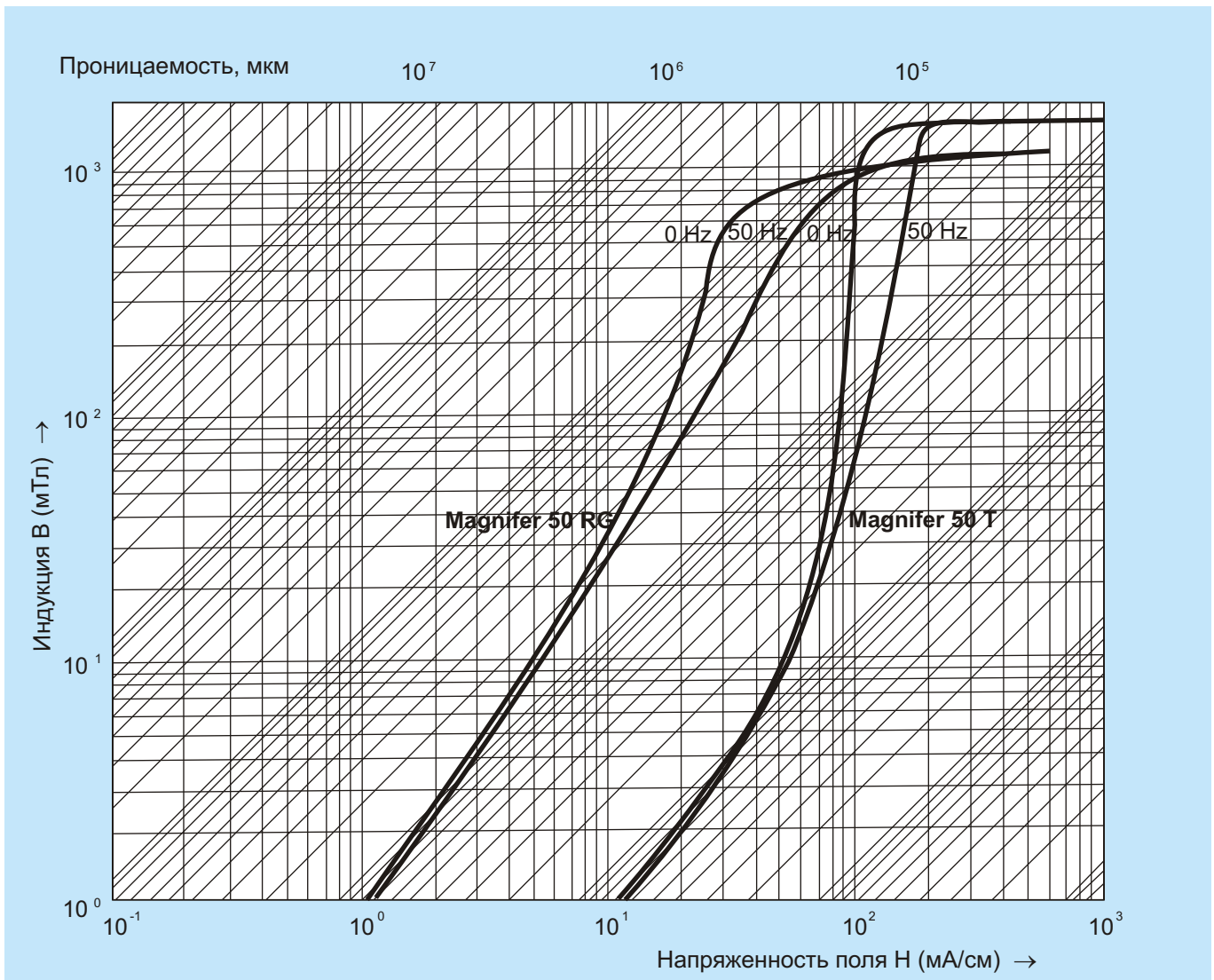


Рис.1 - Типичные кривые индукции и напряженности магнитного поля» для Magnifer 50 RG и Magnifer 50 T, измеренные на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.2 мм.

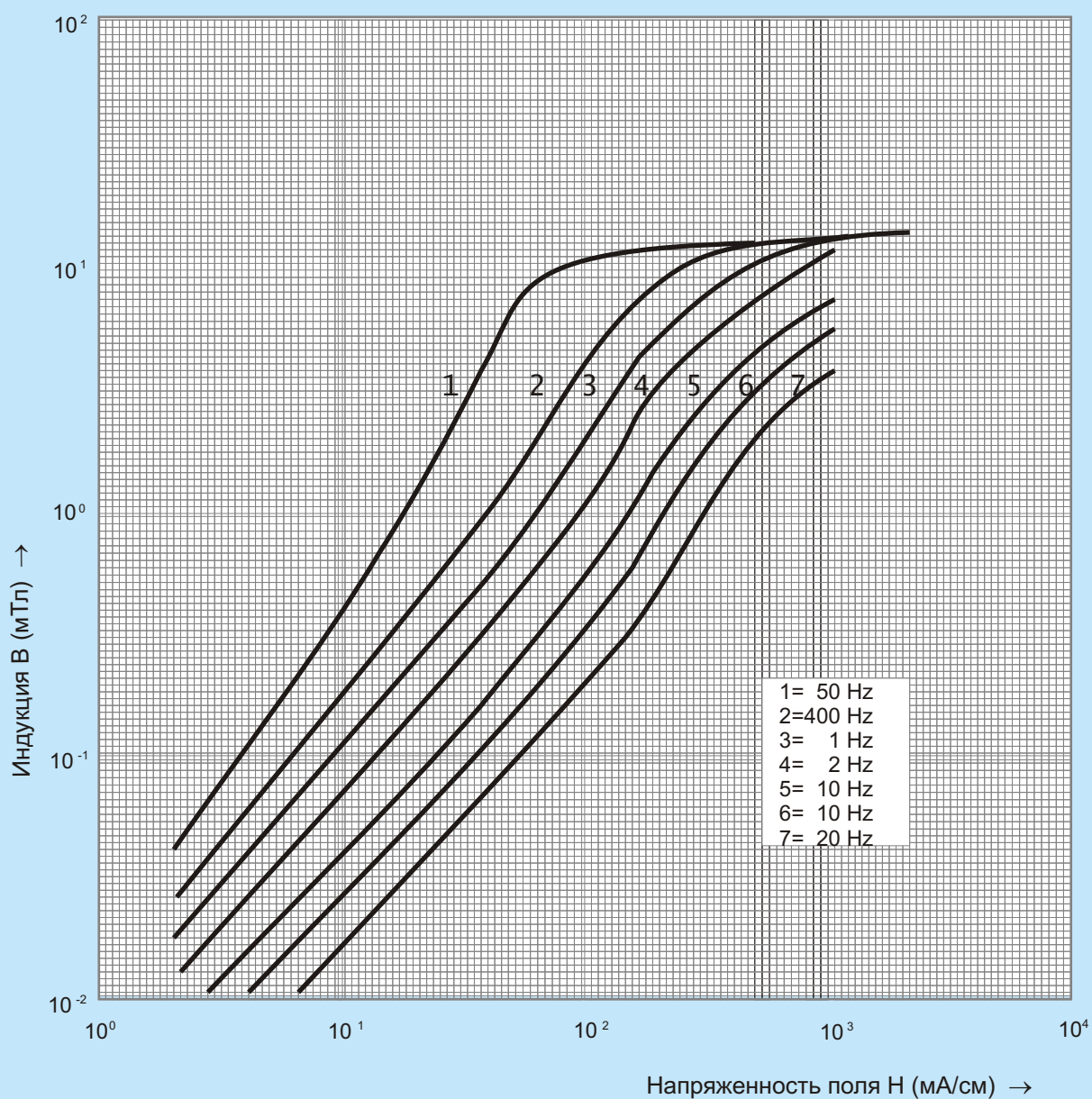


Рис.2 - Типичные кривые индукции и напряженности магнитного поля для Magnifer 50 RG, измеренные на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.2 мм, при различных частотах.

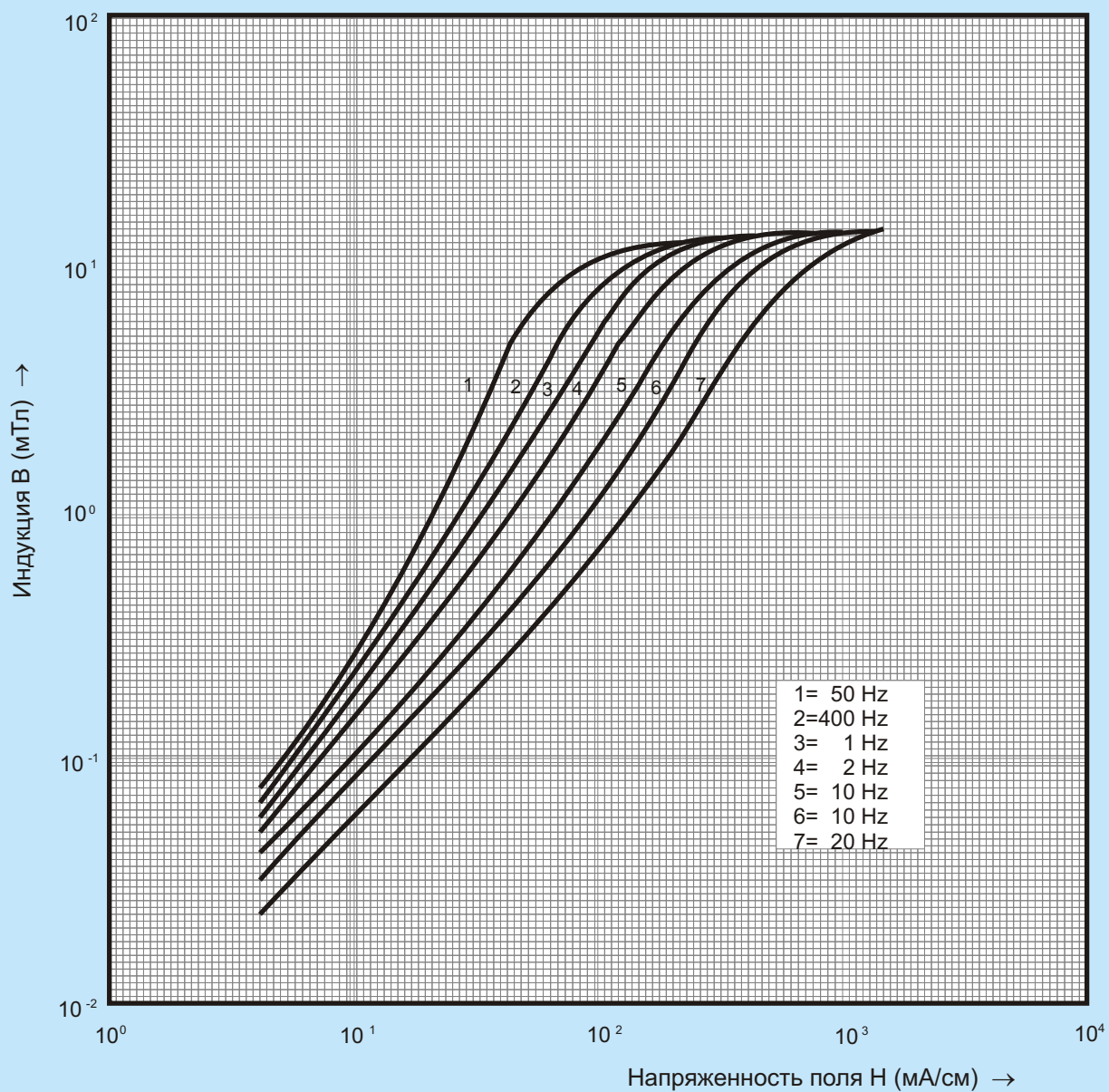


Рис.3 - Типичные кривые индукции и напряженности магнитного поля для Magnifer 50 RG, измеренные на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.05 мм, при различных частотах.

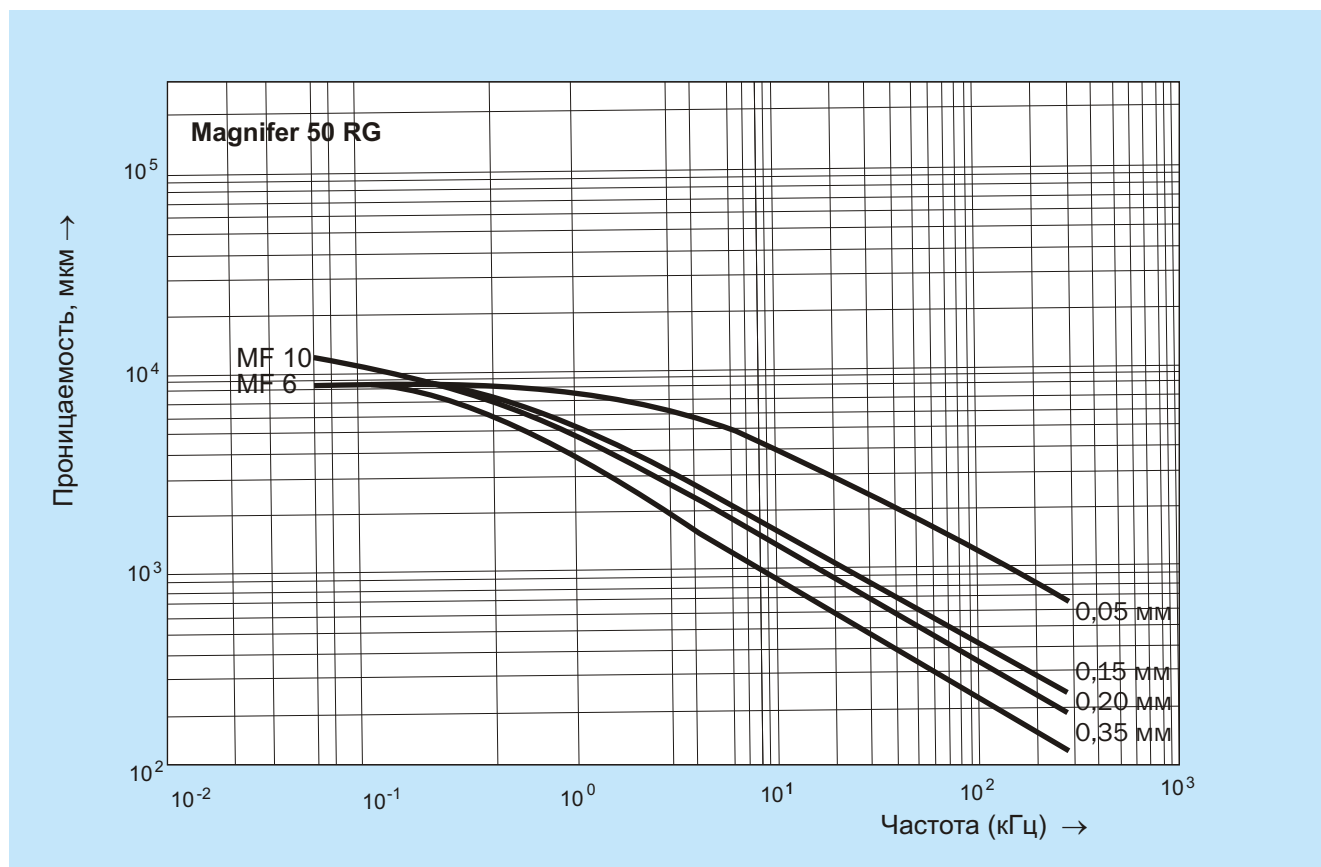


Рис.4 - Частотная зависимость начальной проницаемости Magnifer 50 RG, измеренная на сердечниках кольцевидной связки различной толщины.

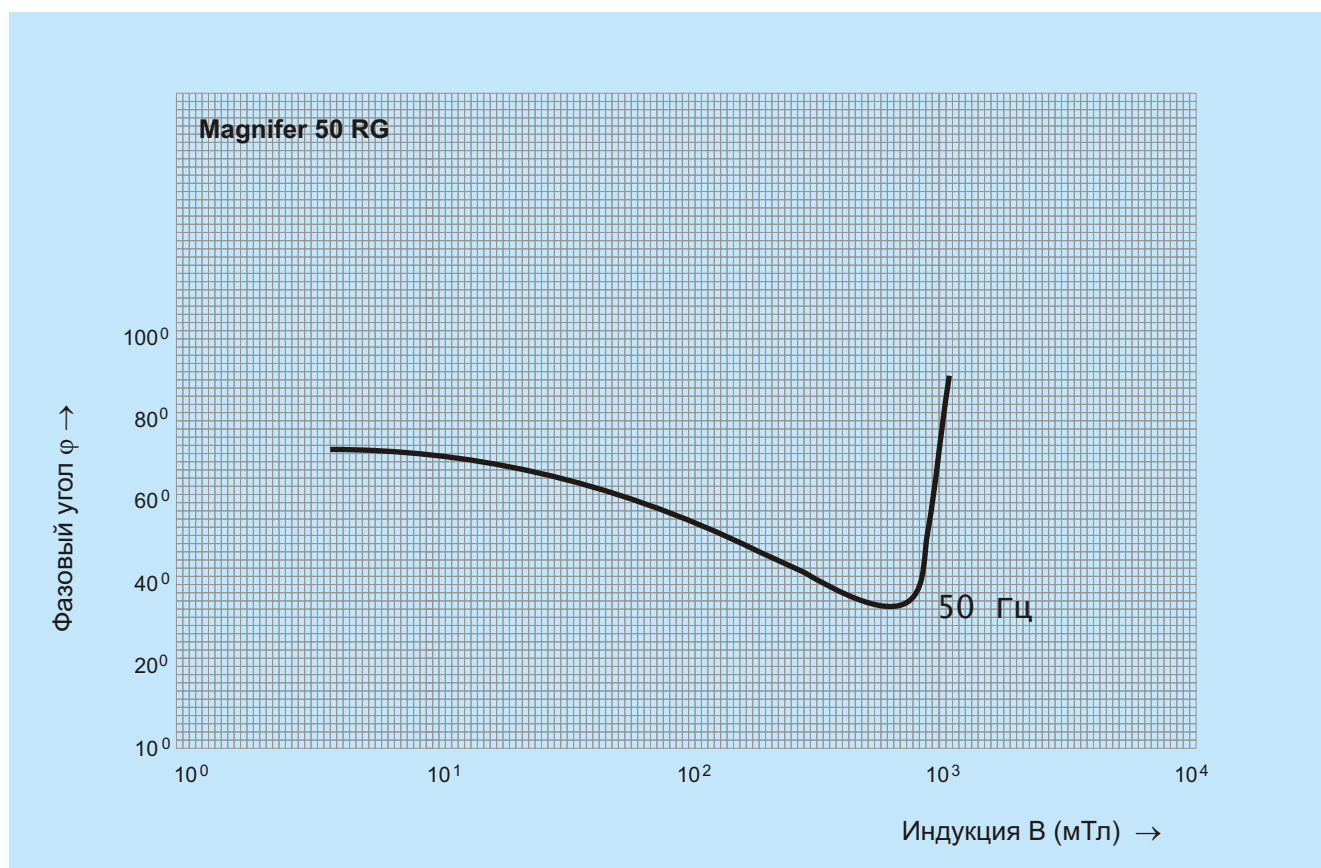


Рис.5 - Фазовый угол φ_0 (железный угол) Magnifer 50 RG, измеренный на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0,2 мм.

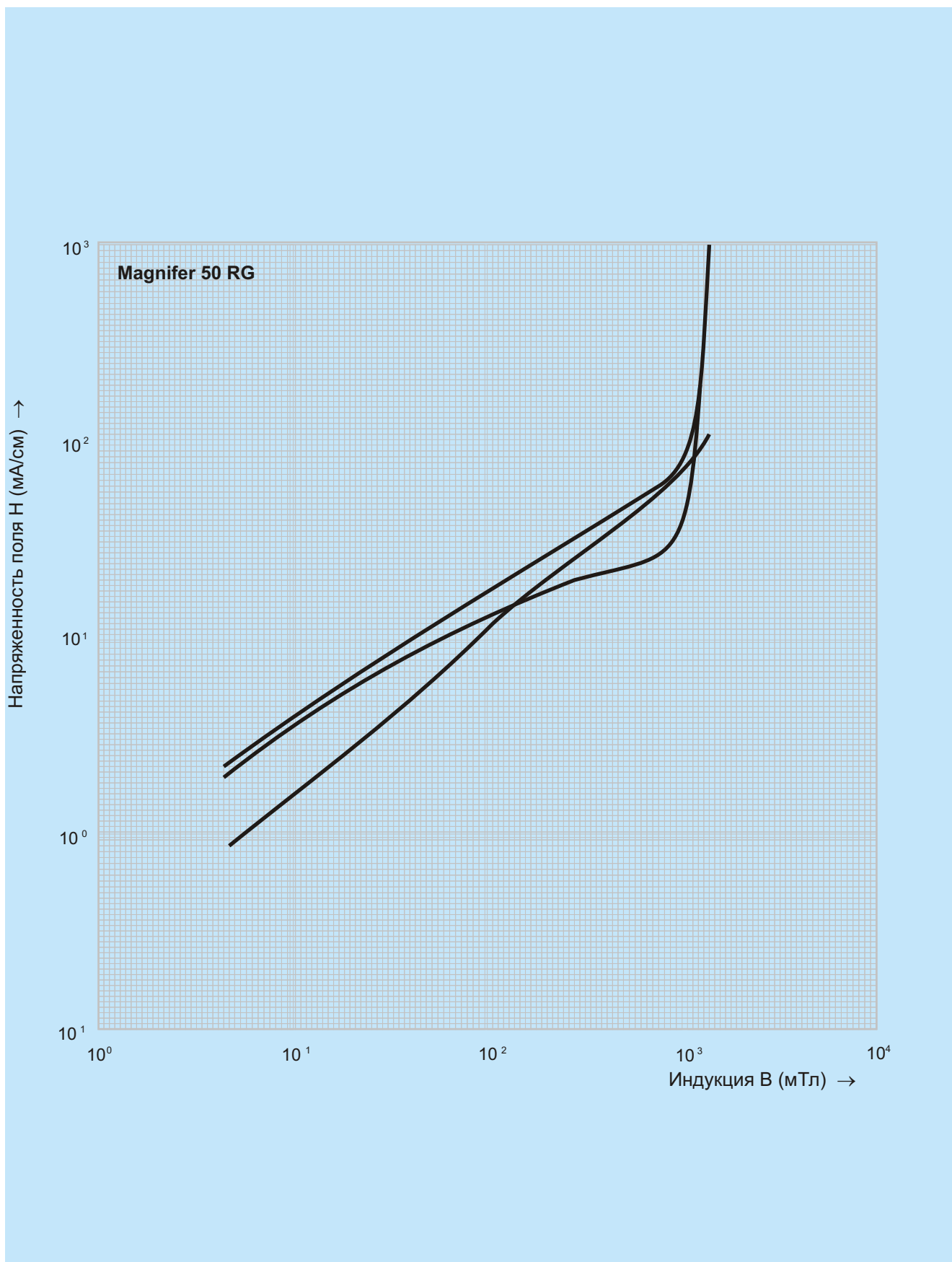


Рис. 6 - Компоненты кривой намагничивания Magnifer 50 RG, измеренный на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.2 мм.

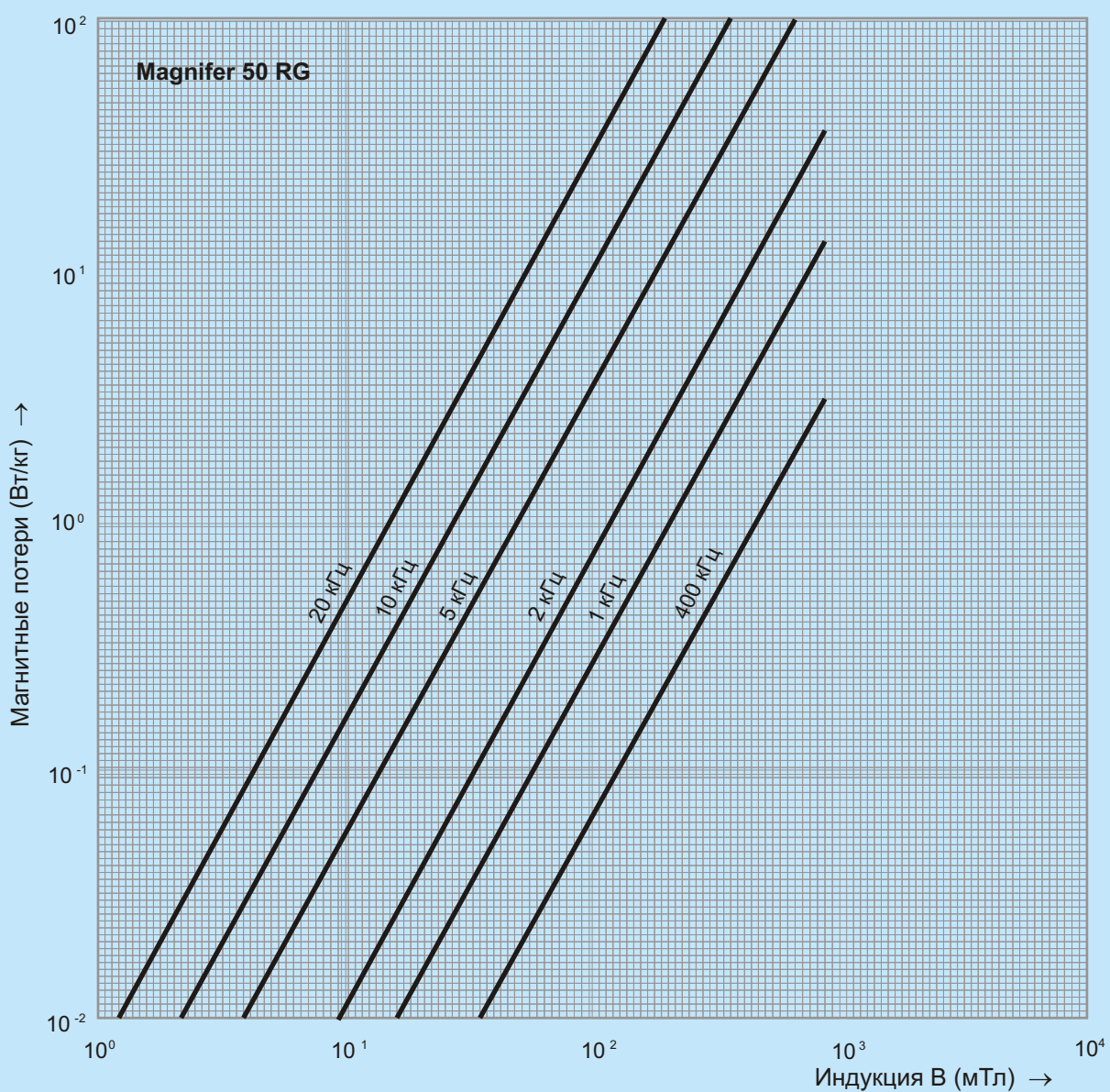


Рис.7 - Магнитные потери Magnifer 50 RG, измеренные на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.2 мм, при различных частотах.

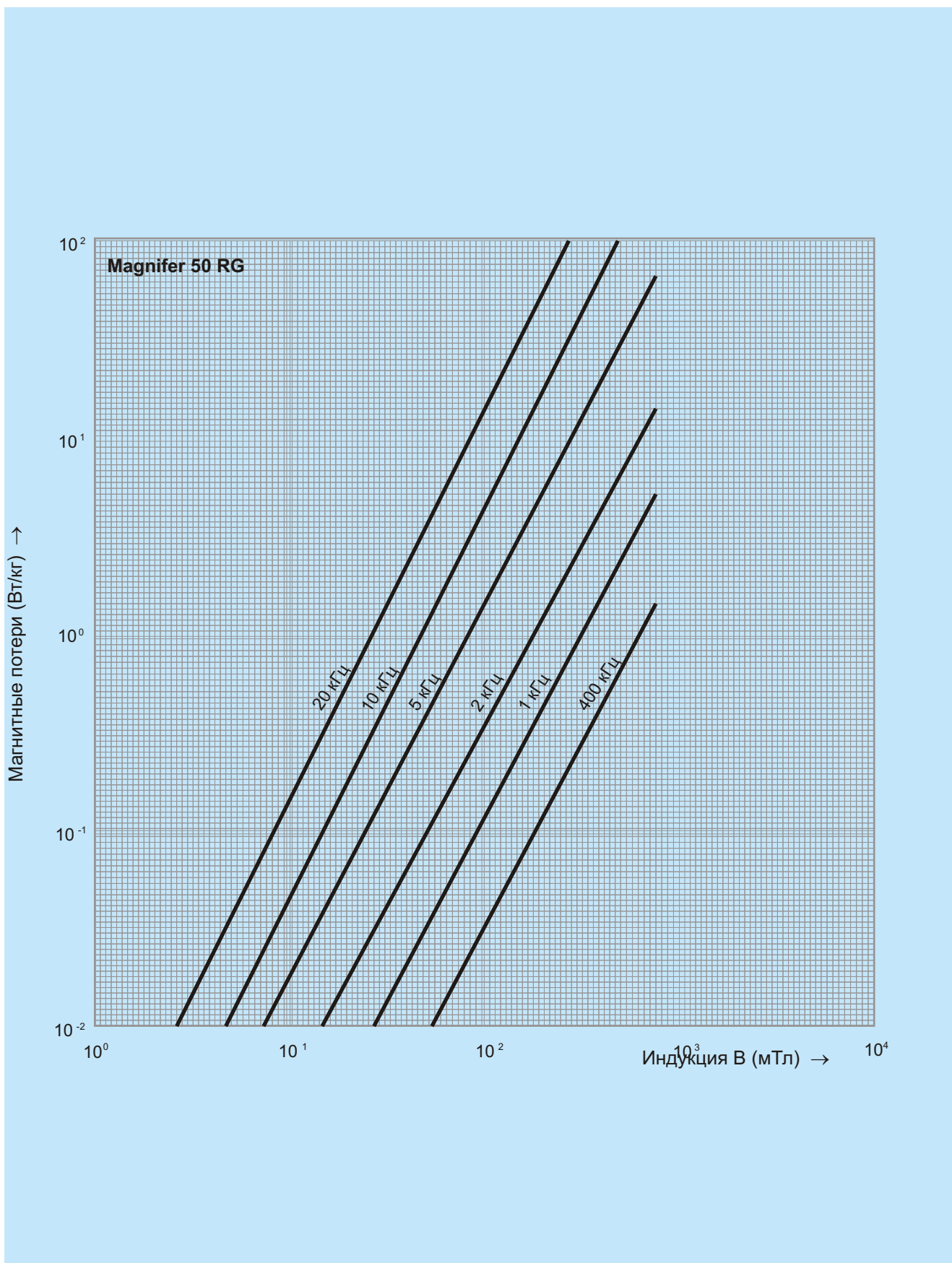


Рис. 8 - Потеря не намагниченности Magnifer 50 RG, измеренная на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.05 мм, при различных частотах.

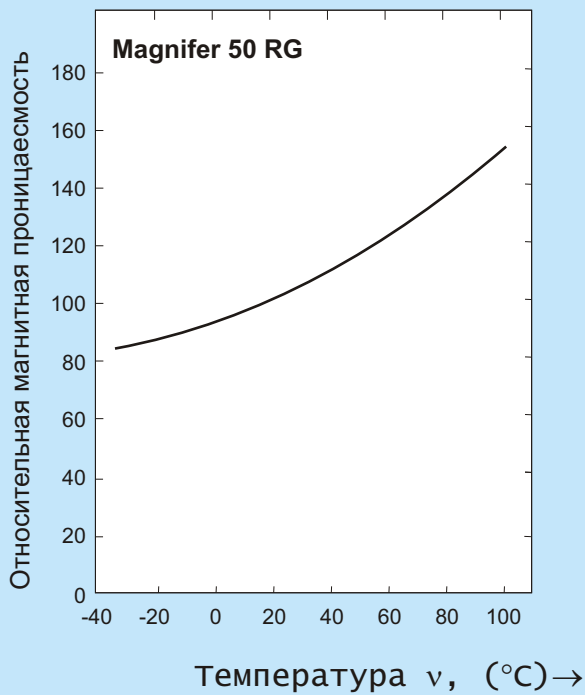


Рис. 9 - Температурная зависимость начальной проницаемости Magnifer 50 RG.

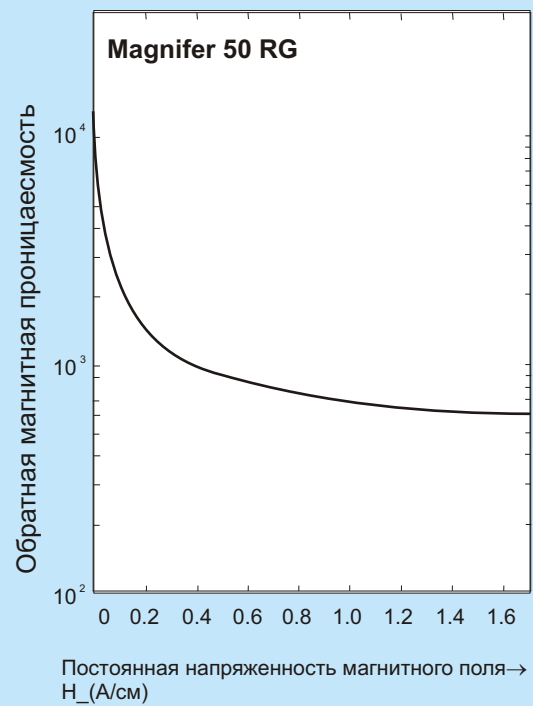


Рис. 10 - Обратимая проницаемость Magnifer 50 RG, измеренная на сердечниках кольцевидной связки 50 x 40 мм при толщине листа 0.2 мм и частоте 100 Гц.

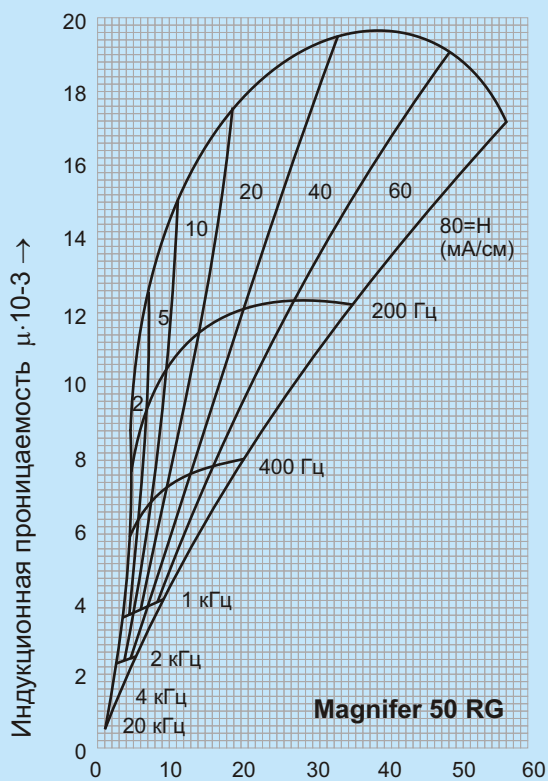


Рис. 11 - Местные кривые комплексной проницаемости Magnifer 50 RG, измеренные на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.2 мм.

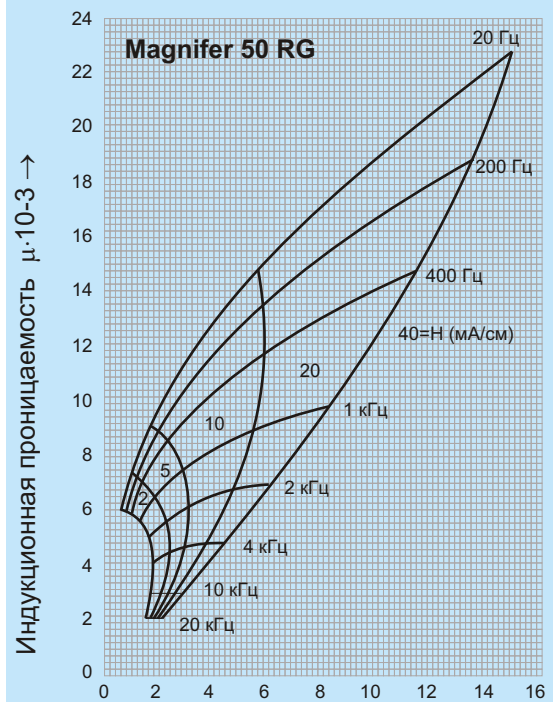


Рис. 12 - Местные кривые комплексной проницаемости Magnifer 50 RG, измеренные на сердечниках кольцевидной связки с толщиной листа 0.05 мм.