

Выпрямитель рассчитывается в соответствии с техническим заданием. Основными исходными данными для расчета являются величины выпрямленного напряжения U_0 и выпрямленного тока I_0 . Кроме этих данных, должны быть известны: значение выпрямителя, номинальное напряжение и частота сети, допустимый коэффициент пульсации напряжения на выходе выпрямителя, пределы регулировки выпрямленного напряжения, конструктивные и эксплуатационные требования и т. д. Иногда все эти данные указываются непосредственно в техническом задании. Од-



Рис. 1.1. Структурная схема выпрямителя

нако на практике чаще всего известны лишь данные об устройстве, для питания которого предназначен выпрямитель. В этом случае необходимо предварительно рассчитать значения U_0 и I_0 , а затем разработать и обосновать техническое задание.

В процессе расчета необходимо выбрать наиболее рациональную схему выпрямления, определить число и тип вентиля, подобрать схему и рассчитать элементы сглаживающего фильтра, найти электрические и конструктивные параметры силового трансформатора. Ниже приводятся основные расчетные соотношения и порядок расчета элементов выпрямительных устройств.

1.2. Расчет силовых трансформаторов [2, 3, 13, 16, 18]

1.2.1. Особенности конструкции. Силовые трансформаторы маломощных выпрямителей, используемых для питания электронной аппаратуры, представляют собой электромагнитные устройства, состоящие из ферромагнитного сердечника (магнитопровода) и обмоток.

Сердечники трансформаторов изготавливают из высоколегированных электро-технических сталей. При частоте сети 50 Гц для сердечников используют стали марок Э41, Э42, Э43, Э310, Э320, Э330, Э3100, Э3200 при толщине стальных листов или ленты 0,5 и 0,35 мм. При повышенных частотах (400 Гц и выше) используют стали марок Э44, Э45, Э46, Э47, Э48, Э340 и Э70 с толщиной пластин или ленты 0,2; 0,15; 0,1; 0,08 и 0,05 мм. Магнитные свойства некоторых марок электро-технической стали и величины их удельных потерь приведены в табл. 1.1 и 1.2.

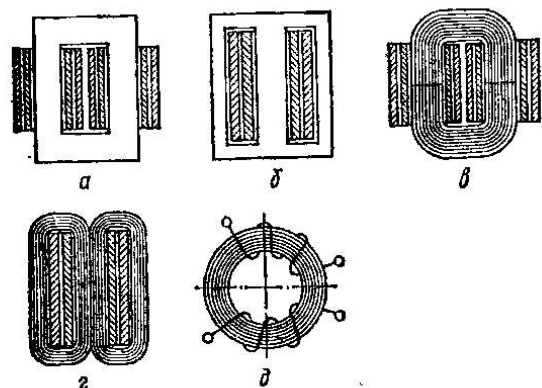


Рис. 1.2. Конструкция трансформаторов:

а, б — пластинчатые стержневой и броневого; в, г — ленточные стержневой и броневого; д — торондальный

структурные особенности маломощных силовых трансформаторов иллюстрирует рис. 1.2. Магнитопроводы маломощных стержневых и броневого трансформаторов выполняются соответственно из П-образных и Ш-образных пластин трансформаторной стали (рис. 1.2, а и б), а также из ленточных сердечников подковообразной формы (рис. 1.2, в и г).

Основные достоинства стержневого трансформатора: большая поверхность охлаждения обмотки; малая индуктивность рассеяния; малый расход обмоточного провода; малая чувствительность к внешним магнитным полям (так как знаки ЭДС про-
меж, наводимых в обеих катушках трансформатора, противоположны и взаимно уничтожаются).

Стержневые сердечники применяются для трансформаторов различной мощности.

Броневые сердечники рассчитаны на малые мощности. Их достоинства: наличие только одной катушки с обмотками (вместо двух у стержневого сердечника); более высокий коэффициент заполнения окна сердечника обмоточным проводом; защита обмотки ярком сердечника от механических повреждений.

Торондальные сердечники (рис. 1.2, д) используют для трансформаторов малой мощности, работающих на повышенных частотах — от 400 Гц и выше. Достоинствами таких трансформаторов являются: относительно малое магнитное сопротивление; почти полное отсутствие внешнего потока рассеяния; нечувствительность к внешним магнитным полям.

Обмотки и другие токоведущие части трансформаторов изолируют с помощью специальных электроизоляционных материалов. Основные данные некоторых из них приведены в табл. 1.3.

По способу размещения на магнитопроводе обмотки трансформатора могут быть концентрическими и дисковыми (чередующимися). Концентрические обмотки выполняются в виде цилиндров, размещаемых на магнитопроводе. Внутренняя обмотка, расположенная ближе к сердечнику, рассчитана на более низкое напряжение (НН). Снаружи располагается обмотка более высокого напряжения (рис. 1.3, а). Для уменьшения магнитного рассеяния применяют двойные или тройные концентрические обмотки (рис. 1.3, б). В дисковых чередующихся обмотках катушки низшего и высшего напряжений, изготовленные в виде отдельных дисков, подразделяются на группы и размещаются на магнитопроводе в чередующемся порядке (рис. 1, 3, в). Наиболее широкое распространение в маломощных силовых трансформаторах получили концентрические обмотки.

Обмотки маломощных трансформаторов изготавливаются из медных проводов с эмалевой, волокнистой и комбинированной изоляцией. Номинальные данные медных обмоточных проводов круглого сечения приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.1. Основные свойства некоторых марок стали при частоте 50 Гц

Марка стали	Толщина стали, мм	Магнитная индукция (не менее), Тл, при напряженности магнитного поля, А/см			Удельные потери (не более), Вт/кг, при магнитной индукции, Тл	
		10	25	50	1,0	1,5
Э41	0,50	1,30	1,46	1,57	1,55	3,50
Э41	0,35	1,30	1,46	1,57	1,35	3,00
Э42	0,50	1,29	1,45	1,56	1,40	3,10
Э42	0,35	1,29	1,45	1,56	1,20	2,80
Э43	0,50	1,29	1,44	1,55	1,25	2,90
Э43	0,35	1,29	1,44	1,55	1,05	2,50
Э43А	0,50	1,29	1,44	1,55	1,15	2,70
Э43А	0,35	1,29	1,44	1,55	0,90	2,20
Э310	0,50	1,60	1,75	1,83	1,25	2,45
Э310	0,35	1,60	1,75	1,83	0,80	1,75
Э320	0,50	1,65	1,80	1,87	0,95	2,10
Э320	0,35	1,65	1,80	1,87	0,70	1,50
Э330	0,50	1,70	1,85	1,90	0,80	1,75
Э330	0,35	1,70	1,85	1,90	0,60	1,30
Э330А	0,35	1,70	1,85	1,90	0,50	1,10
Э3100	0,50	—	1,5	1,6	1,7	3,7
Э3200	0,50	—	1,48	1,58	1,5	3,4

Таблица 1.2. Основные свойства некоторых марок стали при частоте 400 Гц

Марка стали	Толщина стали, мм	Магнитная индукция (не менее), Тл, при напряженности магнитного поля, А/см			Удельные потери (не более), Вт/кг, при магнитной индукции, Тл	
		5	10	25	0,75	1,0
Э44	0,20	1,21	1,29	1,42	7,2	12,5
Э44	0,10	1,19	1,28	1,40	6,0	10,5
Э340	0,20	1,50	1,60	1,70	7,0	12,0

При выборе сердечника трансформатора необходимо руководствоваться рядом критериев: при минимальных массе, габаритах и стоимости трансформаторы должны быть простыми по конструкции и технологии изготовления.

В табл. 1.5—1.8 — приведены основные данные стандартных сердечников с указанием унифицированных рядов их типовых размеров, а в табл. 1.9 — оптималь-

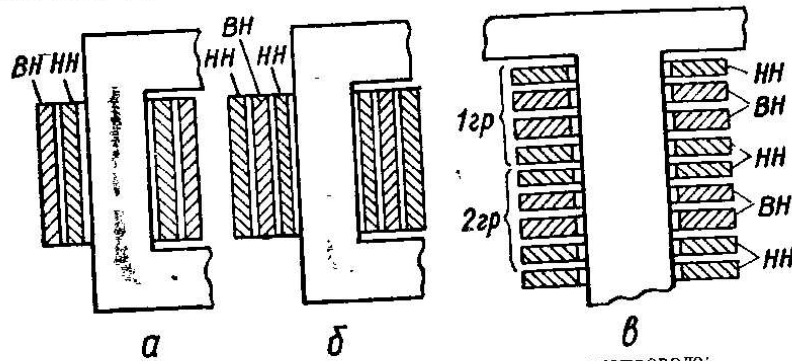


Рис. 1.3. Расположение обмоток на магнитопроводе:

а — простая концентрическая обмотка; б — двойная концентрическая обмотка; в — дисковые чередующиеся обмотки

ные соотношения размеров сердечников трансформаторов разных типов при минимальной массе, объеме и стоимости.

Для частоты 50 Гц по всем технико-экономическим показателям (масса, объем, стоимость) предпочтительны трансформаторы стержневого типа, выполненные на магнитопроводах оптимальной формы. Однако наиболее простыми по конструкции и наиболее технологичными считаются броневые сердечники. Поэтому для малых мощностей (до (100...200) В · А) и при напряжениях на обмотках менее 1000 В целесообразно использовать броневые трансформаторы с пластинчатым или ленточным магнитопроводом, а при мощностях до (100...200) В · А и частоте 400 Гц и выше трансформаторы с тороидальными ленточными сердечниками.

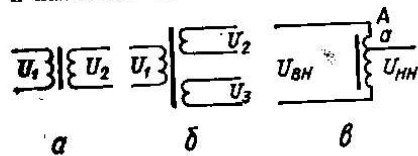


Рис. 1.4. Примерные электрические схемы трансформаторов:

а — однофазного двухобмоточного; б — однофазного трехобмоточного; в — автотрансформатора

ных обмоток U_2 , U_3 и т. д.; мощности S_2 , S_3 и т. д. вторичных обмоток или токи I_2 , I_3 и т. д. в них.

В результате расчета требуется определить: оптимальные геометрические размеры магнитопровода; данные обмоток (число витков, марки и диаметры проводов); параметры трансформатора (ток холостого хода; напряжение короткого замыкания; изменение вторичного напряжения; потери и КПД; температуру перегрева и рабочую температуру обмоток). Кроме того, на основе расчета необходимо составить электрическую схему трансформатора (или автотрансформатора) с указанием всех обмоток (см., например, рис. 1.4).

1.2.3. Порядок расчета малоомощного силового трансформатора [16, с. 10—26].

1. Определяем суммарную мощность вторичных обмоток для трансформатора

$$S_{\text{тр}} = S_2 + S_3 + \dots \quad (1.1)$$

для автотрансформатора

$$S_{\text{тр}} = S_A (1 - U_{\text{н.н.}}/U_{\text{в.н.}}) \quad (1.2)$$

Таблица 1.3. Электроизоляционные материалы

Вид	Название	Марка	Толщина, мм	Класс нагревостойкости ¹
Бумага	Кабельная	К	0,08; 0,12; 0,17; 0,05	А
	Телефонная	КТН	0,05	А
	Конденсаторная	КОН-II	0,005; 0,01; 0,012; 0,015; 0,022	А
Тканевые материалы	Лакоткань	ЛШ1	0,01; 0,15	А
	»	ЛШ2	0,08; 0,10; 0,12; 0,15	А
	»	ЛСШ	0,04; 0,05; 0,06	А
	»	ЛСШ1	0,12	А
	»	ЛСШ2	0,12	А
	Стеклолакоткань	ЛСК1	0,12; 0,15	В
	»	ЛСК2	0,20	Н
Твердая изоляция	Стекломикалента	ЛС2ФК	0,13; 0,15; 0,17; 0,22	Н
	Электрокартон	ЭВ	0,1; 0,15; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 1,0; 1,25 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0	А
	Гетинакс	Б, В, Г	от 0,2 и выше	А
Пленки	Стеклотекстолит	СТ	от 0,5 и выше	Ф
	Фторопласт	Ф-4	0,01—0,1	С

¹ В зависимости от нагревостойкости изоляционные материалы разделяются на семь классов со следующими предельно допустимыми температурами: класс У — 90 °С; класс А — 105 °С; класс Е (АВ) — 120 °С; класс В — 130 °С; класс F (BC) — 155 °С; класс Н (CB) — 180 °С; класс С — более 180 °С.

Таблица 1.4. Номинальные данные обмоточных проводов круглого сечения¹

Номинальный диаметр провода по меди, мм	Расчетное сечение, мм ²	Масса 1 м медного провода, г	Максимальный наружный диаметр, мм							
			ПЭЛ	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭШО	ПЭТВ-1	ПЭТВ	ПЭЛБО	ПЭД
0,03	0,000706	0,0115	0,04	—	—	—	—	—	—	—
0,04	0,00126	0,0144	0,05	—	—	—	—	—	—	—
0,05	0,00196	0,0175	0,065	—	—	0,12	—	—	—	—
0,06	0,00283	0,0251	0,075	0,085	0,09	0,13	0,09	—	—	—
0,07	0,00385	0,0342	0,085	0,095	0,10	0,14	0,10	—	—	—
0,08	0,00503	0,0447	0,095	0,105	0,11	0,15	0,11	—	—	—
0,09	0,00636	0,0565	0,105	0,115	0,12	0,16	0,12	—	—	—
0,10	0,00785	0,0698	0,12	0,125	0,13	0,18	0,13	—	—	—

¹ Медные провода с эмалевой изоляцией выпускаются следующих марок: ПЭЛ — провод с эмалевой лакотканной изоляцией (по нагревостойкости относится к классу А); ПЭЛШО — провод с эмалевой утолщенной лакотканной изоляцией (по нагревостойкости относится к классу А); ПЭТ — провод с эмалевой изоляцией повышенной теплостойкости (нагревостойкость класса В); ПЭВ-1 и ПЭВ-2 — провода с одинарным и двойным эмалевым винилфлексом покрытием соответственно (нагревостойкость классов А, В для ПЭВ-1 и классов А, Е для ПЭВ-2). Из проводов с волокнистой изоляцией в трансформаторах применяются ПЭО и ПЭД — провода с изоляцией из хлопчатобумажной пряжи в один и два слоя соответственно (нагревостойкость класса А).

Из проводов с комбинированной изоляцией в трансформаторах применяются: ПЭЛБО — провод с лакотканной эмалевой изоляцией и одним слоем хлопчатобумажной пряжи (нагревостойкость класса А); ПЭЛШО — провод с лакотканной эмалевой изоляцией и одним слоем шелковой пряжи (нагревостойкость класса А).

Провода с комбинированной изоляцией имеют более толстую изоляцию, чем провода с эмалевой изоляцией, и их применение целесообразно при сечении провода 0,5 мм² и более. При таких сечениях применение провода с эмалевой изоляцией нежелательно, так как при намотке на прямоугольные каркасы небольших размеров может произойти растрескивание и отслоение эмали на сгибах.

Продолжение табл. 1.4

Номинальный диаметр провода по меди, мм	Расчетное сечение, мм ²	Масса 1 м медного провода, г	Максимальный наружный диаметр, мм								
			пэл	пэв-1	пэв-2	пэлшо	пэв-1 пэв	пэлбо	пэд	псд	пэт. ксо
0,11	0,00950	0,0845	0,13	0,135	0,14	0,19	0,14	—	—	—	—
0,12	0,01131	0,101	0,14	0,145	0,15	0,20	0,15	—	—	—	—
0,13	0,01327	0,118	0,15	0,155	0,16	0,21	0,16	—	—	—	—
0,14	0,01539	0,137	0,16	0,165	0,17	0,22	0,17	—	—	—	—
0,15	0,01767	0,157	0,17	0,18	0,19	0,23	0,19	—	—	—	—
0,16	0,02011	0,179	0,18	0,19	0,20	0,24	0,20	—	—	—	—
0,17	0,02270	0,202	0,19	0,20	0,21	0,25	0,21	—	—	—	—
0,18	0,02545	0,226	0,20	0,21	0,22	0,26	0,22	—	—	—	—
0,19	0,02835	0,252	0,21	0,22	0,23	0,27	0,23	—	—	—	—
0,20	0,03142	0,279	0,225	0,23	0,24	0,29	0,24	—	—	—	—
0,21	0,3464	0,308	0,235	0,24	0,25	0,30	0,25	—	—	—	—
0,23	0,041155	0,369	0,255	0,27	0,28	0,32	0,28	—	—	—	—
0,25	0,04909	0,436	0,275	0,29	0,30	0,34	0,30	—	—	—	—
0,27	0,05726	0,509	0,31	0,31	0,32	0,37	0,32	—	—	—	—
0,29	0,6605	0,587	0,33	0,33	0,34	0,39	0,34	—	—	—	—
0,31	0,07548	0,671	0,350	0,35	0,36	0,42	0,36	—	—	—	—
0,33	0,08553	0,760	0,370	0,37	0,38	0,44	0,38	—	—	—	—
0,35	0,09621	0,855	0,390	0,39	0,41	0,46	0,41	—	—	—	—
0,38	0,1134	1,01	0,420	0,420	0,44	0,49	0,44	0,56	0,61	—	0,70
0,41	0,1320	1,11	0,450	0,450	0,47	0,52	0,47	0,59	0,64	0,65	0,79
0,44	0,1521	1,35	0,49	0,48	0,50	0,55	0,50	0,62	0,67	0,68	0,79
0,47	0,1735	1,54	0,52	0,51	0,53	0,58	0,53	0,65	0,70	0,71	0,79
0,49	0,1886	1,68	0,54	0,53	0,55	0,60	0,55	0,67	0,72	0,73	0,81
0,51	0,2043	1,82	0,56	0,56	0,58	0,63	0,58	0,69	0,74	0,75	0,83
0,53	0,2206	1,96	0,58	0,58	0,60	0,65	0,60	0,71	0,76	0,79	0,85
0,55	0,2376	2,11	0,60	0,60	0,62	0,67	0,62	0,73	0,78	0,81	0,87
0,57	0,2552	2,27	0,62	0,62	0,64	—	0,64	0,75	0,80	0,83	0,89
0,59	0,2734	2,43	0,64	0,64	0,66	0,71	0,66	0,77	0,82	0,85	0,91
0,62	0,3019	2,68	0,67	0,67	0,69	0,74	0,69	0,80	0,85	0,88	0,94
0,64	0,3217	2,86	0,69	0,69	0,72	0,76	0,72	0,82	0,87	0,90	0,96
0,67	0,3526	3,13	0,72	0,72	0,75	0,79	0,75	0,85	0,90	0,93	0,99
0,69	0,3739	3,32	0,74	0,74	0,77	0,81	0,77	0,87	0,92	0,95	1,00
0,72	0,4072	3,60	0,78	0,77	0,8	0,85	0,80	0,92	0,96	0,99	1,08
0,74	0,4301	3,82	0,8	0,8	0,83	0,87	0,83	0,94	0,98	1,01	1,10
0,77	0,4657	4,14	0,83	0,83	0,86	0,90	0,86	0,97	1,01	1,04	1,13
0,8	0,5027	4,47	0,86	0,86	0,89	0,93	0,89	1,00	1,04	1,07	1,16
0,83	0,5411	4,81	0,89	0,89	0,92	0,96	0,92	1,03	1,07	1,10	1,19
0,86	0,5809	5,16	0,92	0,92	0,95	0,99	0,95	1,06	1,10	1,13	1,22
0,90	0,6362	5,66	0,96	0,96	0,99	1,03	0,99	1,10	1,14	1,17	1,26
0,93	0,6793	6,04	0,99	0,99	1,02	1,06	1,02	1,13	1,17	1,20	1,29
0,96	0,7238	6,44	1,02	1,02	1,05	1,09	1,05	1,16	1,20	1,23	1,32
1,00	0,7854	6,98	1,07	1,08	1,11	1,14	1,11	1,23	1,29	1,29	1,40
1,04	0,8495	7,55	1,12	1,12	1,15	1,18	1,15	1,27	1,33	1,33	—
1,08	0,9161	8,14	1,16	1,16	1,19	1,21	1,19	1,31	1,37	1,37	1,48
1,12	0,9852	8,76	1,20	1,20	1,23	1,26	1,23	1,35	1,41	1,41	—
1,16	1,05680	9,40	1,24	1,24	1,27	1,30	1,27	1,39	1,45	1,45	1,56
1,20	1,1310	10,10	1,28	1,28	1,31	1,34	1,31	1,43	1,49	1,49	—
1,25	1,2272	10,90	1,33	1,33	1,36	1,39	1,36	1,48	1,54	1,54	1,65
1,30	1,3270	11,80	1,38	1,38	1,41	1,44	1,41	1,53	1,59	1,59	—
1,35	1,4314	12,70	1,43	1,43	1,46	1,49	1,46	1,58	1,64	1,64	1,75
1,40	1,5394	13,70	1,48	1,48	1,51	1,54	1,51	1,63	1,69	1,69	—

Продолжение табл. 1.4.

Номинальный диаметр провода по меди, мм	Расчетное сечение, мм ²	Масса 1 м медного провода, г	Максимальный наружный диаметр, мм								
			пэл	пэв-1	пэв-2	пэлшо	пэв-1 пэв	пэлбо	пэд	псд	пэт. ксо
1,45	1,6513	14,70	1,53	1,53	1,56	1,59	1,56	1,68	1,74	1,74	1,85
1,50	1,7672	15,70	1,58	1,58	1,61	1,66	1,61	1,73	1,79	1,79	—
1,56	1,9113	17,00	1,64	1,64	1,67	1,72	1,64	1,79	1,85	1,85	1,96
1,62	2,0612	18,3	1,71	1,70	1,73	—	1,73	1,85	1,91	1,91	—
1,68	2,217	19,7	1,77	1,76	1,79	—	1,79	1,92	1,98	1,98	—
1,81	2,573	22,9	1,90	1,90	1,93	—	1,93	2,03	2,11	2,11	—
1,88	2,776	24,7	1,97	1,97	2,00	—	2,00	2,12	2,18	2,18	—
1,95	2,987	26,5	2,04	2,04	2,07	—	2,07	2,19	2,25	2,25	—
2,02	3,205	28,5	2,12	2,11	2,14	—	2,14	2,26	2,32	2,32	—
2,10	3,46	30,8	2,20	2,20	2,23	—	2,23	2,34	2,40	2,40	—
2,26	4,012	35,7	2,36	2,36	2,39	—	2,39	—	2,62	2,62	—
2,44	4,676	41,6	2,54	2,54	2,57	—	2,57	—	2,80	2,80	—
2,63	5,433	—	—	—	—	—	—	—	2,99	2,99	—

где $S_{тр}$ — суммарная мощность, В · А; S_2, S_3 и т. д. — мощности вторичных обмоток, В · А; $U_{н.н}$ — низкое напряжение автотрансформатора, В; $U_{в.н}$ — высокое напряжение автотрансформатора, В.

2. В соответствии с приведенными выше рекомендациями (табл. 1.1, 1.2, 1.5—1.9) выбираем конфигурацию магнитопровода, марку стали, толщину пластин или ленты с учетом заданной частоты тока питающей сети.

3. Находим основной расчетный параметр трансформатора — произведение $Q_c Q_0$

$$Q_c Q_0 = [(1 + \eta)/\eta] [(S_{тр} \cdot 10^3)/4,44 f_c B_m i k_m], \quad (1.3)$$

где Q_c и Q_0 — площадь поперечного сечения стержня магнитопровода и площадь окна, см²; η — КПД трансформатора; $S_{тр}$ — мощность трансформатора, В · А;

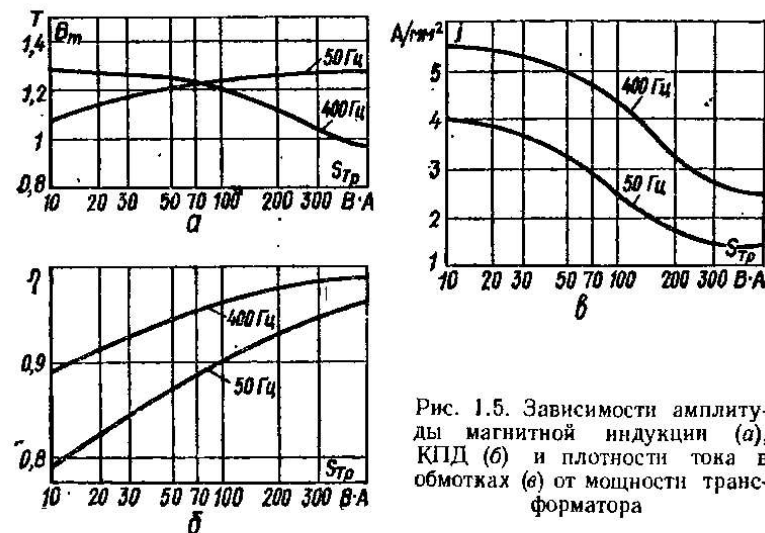
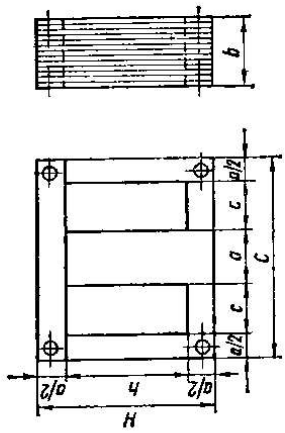


Рис. 1.5. Зависимости амплитуды магнитной индукции (а), КПД (б) и плотности тока в обмотках (в) от мощности трансформатора

Таблица 1.5. Типовые броневые пластинчатые магнитопроводы

Обозначение магнитопровода						Активная площадь сечения среднего стержня $Q_{с.ст.}$, см ²		Средняя длина магнитной силовой линии $l_{ср.}$, см	Сечение стали $\times$ сечение окна $Q_{с.ок.}$, см ²	Активный объем магнитопровода $V_{ст.}$, см ³		Масса магнитопровода $G_{ст.}$, г	Ориентировочная мощность трансформатора на частотах, В·А		
	0,2 мм	0,35 мм	0,2 мм	0,35 мм	$f_c = 50$ Гц	$f_c = 400$ Гц									
	Размеры, мм														
a	h	c	C	H	b										
Ш12×12	12	30	12	42	12	1,23	1,31	10,03	5,2	12,43	13,14	100	110	5,5	45
Ш12×16	12	30	12	42	16	1,63	1,75	10,03	6,8	16,35	17,55	130	140	7,0	55
Ш12×20	12	30	12	42	20	2,04	2,18	10,03	8,6	20,46	21,86	170	180	8,5	65
Ш12×25	12	30	12	42	25	2,55	2,18	10,03	10,8	25,58	27,38	210	230	10,0	80
Ш16×16	16	40	16	56	16	2,18	2,33	13,7	16,6	29,9	32,0	240	260	20	130
Ш16×20	16	40	16	56	20	2,72	2,91	13,7	20,5	37,3	39,6	300	320	26	150
Ш16×25	16	40	16	56	25	3,40	3,64	13,7	25,6	46,6	49,8	370	400	30	170
Ш16×32	16	40	16	56	32	4,35	4,66	13,7	32,6	59,6	63,8	470	510	34	200
Ш20×12	20	50	20	70	12	2,04	2,18	17,4	32	46,7	50	280	300	25	170
Ш20×16	20	50	20	70	16	2,72	2,91	17,4	40	58,3	62,4	380	400	32	200
Ш20×20	20	50	20	70	20	3,40	3,64	17,4	50	72,9	78,1	470	500	40	230
Ш20×25	20	50	20	70	25	4,25	4,55	17,4	64	93,2	99,8	590	620	48	250
Ш20×32	20	50	20	70	32	5,44	5,82	17,4	80	116,2	125	750	800	60	300
Ш20×40	20	50	20	70	40	6,80	7,28	17,4	100	145,7	156,2	940	990	70	400
Ш20×50	20	50	20	70	50	8,50	9,10	17,4	125	182,0	195,0	1150	1240	85	450
Ш25×25	25	62,5	25	87,5	25	5,31	5,68	21,4	97,5	145,5	156,0	900	970	85	540
Ш25×32	25	62,5	25	87,5	32	6,80	7,28	21,4	156	182,0	195,0	1160	1230	105	600
Ш25×40	25	62,5	25	87,5	40	8,50	9,10	21,4	156	182,0	195,0	1440	1556	130	700

Ш25×50	25	62,5	25	87,5	50	10,6	11,4	21,4	195	227	244	1800	1930	800
Ш32×32	32	80	32	112	32	8,70	9,32	27,4	261	238,5	255,5	1890	2020	900
Ш32×40	32	80	32	112	40	10,88	11,65	27,4	328	298	319,0	2370	2530	1000
Ш32×50	32	80	32	112	50	13,6	14,56	27,4	410	373	399,0	2950	3170	1200
Ш32×64	32	80	32	112	64	17,41	18,63	27,4	522	477	510,0	3790	4040	1400
Ш40×40	40	100	40	140	40	13,6	14,56	34,3	640	466	500	3700	3960	1650
Ш40×50	40	100	40	140	50	17,0	18,2	34,3	800	583	625	4610	4950	2000
Ш40×64	40	100	40	140	64	21,76	23,29	34,3	1025	746	800	5910	6320	2400
Ш40×80	40	100	40	140	80	27,20	29,12	34,3	1280	932	998	7390	7920	2500

Таблица 1.6. Типовые броневые ленточные магнитопроводы

Обозначение магнитопровода	Размеры, мм						Активная площадь сечения магнитопровода $Q_{с.м.}$, см ²	Средняя длина магнитной силовой линии $l_{ср.}$, см	Сечение стали $\times$ сечение окна $Q_{с.ок.}$, см ²	Активный объем магнитопровода $V_{ст.}$, см ³	Масса магнитопровода $G_{ст.}$, г	Ориентировочная мощность трансформатора (В·А) на частотах, Гц
	Размеры, мм											
	Размеры, мм											
	Размеры, мм											
	a	h	c	C	H	b						$f_c = 50$ Гц $f_c = 400$ Гц
ШЛ10×10	10	25	10	40	35	10	0,87	8,5	2,50	7,4	67	37
ШЛ10×12,5	10	25	10	40	35	12,5	1,09	8,5	3,12	9,26	71	47
ШЛ10×16	10	25	10	40	35	16	1,39	8,5	4	11,8	91	56
ШЛ10×20	10	25	10	40	35	20	1,74	8,5	5	14,8	113	67
ШЛ12×12,5	12	30	12	48	42	12,5	1,31	10,2	5,4	13,36	100	80
ШЛ12×16	12	30	12	48	42	16	1,68	10,2	6,9	17,1	130	94
ШЛ12×20	12	30	12	48	42	20	2,10	10,2	8,7	21,4	165	112
ШЛ12×25	12	30	12	48	42	25	2,63	10,2	10,8	26,8	205	135

Обозначение магнитопровода	Размеры, мм					Активная площадь сечения магнитопровода, $Q_{с.в.}$ см ²	Средняя длина магнитной силовой линии $l_{ср.}$ см	Сечение стали $\times$ сечение окна $Q_{с.в.}$ см ²	Активный объем магнитопровода $V_{ст.}$ см ³	Масса магнитопровода $G_{ст.}$ г	Ориентированная мощность трансформатора (В.А) на частотах, Гц	
	a	b	c	C	H						$f_c = 50$ Гц	$f_c = 400$ Гц
ШЛ16×16	16	40	16	64	56	16	13,6	16,6	30,46	235	20	158
ШЛ16×20	16	40	16	64	56	20	13,6	20,5	38,1	295	26	195
ШЛ16×25	16	40	16	64	56	25	13,6	25,6	47,6	370	33	250
ШЛ16×32	16	40	16	64	56	32	13,6	32,6	61,2	470	43	300
ШЛ20×20	20	50	20	80	70	20	17,1	40	59,9	460	54	330
ШЛ20×25	20	50	20	80	70	25	17,1	50	75,2	575	68	380
ШЛ20×32	20	50	20	80	70	32	17,1	64	95,8	735	86	450
ШЛ20×40	20	50	20	80	70	40	17,1	80	121,4	920	110	510
ШЛ25×25	25	62,5	25	100	87,5	25	21,3	98	117	900	135	610
ШЛ25×32	25	62,5	25	100	87,5	32	21,3	125	151,2	1150	170	730
ШЛ25×40	25	62,5	25	100	87,5	40	21,3	156	187,4	1440	210	810
ШЛ25×50	25	62,5	25	100	87,5	50	21,3	195	234	1800	260	990
ШЛ32×32	32	80	32	128	112	32	27,3	261	284,4	1900	310	1200
ШЛ32×40	32	80	32	128	112	40	27,3	328	308,5	2370	390	1400
ШЛ32×50	32	80	32	128	112	50	27,3	410	388	2970	490	1650
ШЛ32×64	32	80	32	128	112	64	27,3	523	494	3800	690	1940
ШЛ40×40	40	100	40	160	140	40	27,3	640	486	3720	850	2200
ШЛ40×50	40	100	40	160	140	50	34,2	800	605	4650	1000	2500
ШЛ40×64	40	100	40	160	140	64	34,2	1025	776	5960	1290	3000
ШЛ740×80	40	100	40	160	140	80	34,2	1280	971	7430		3500

760863

Таблица 1.7. Типовые стержневые ленточные магнитопроводы

Обозначение магнитопровода	Размеры, мм					Активная площадь сечения магнитопровода, $Q_{с.в.}$ см ²	Средняя длина магнитной силовой линии $l_{ср.}$ см	Сечение стали $\times$ сечение окна $Q_{с.в.}$ см ²	Активный объем стали $V_{ст.}$ см ³	Масса магнитопровода $G_{ст.}$ г	Ориентированная мощность трансформатора (В.А) на частотах, Гц	
	a	b	c	C	H						$f_c = 50$ Гц	$f_c = 400$ Гц
ПЛ10×12,5 20	10	12,5	12,5	32,5	40	20	9,6	3,1	10,56	81	7,5	46,5
ПЛ10×12,5 25	10	12,5	12,5	32,5	45	25	10,6	3,9	11,05	89	8,8	52
ПЛ10×12,5 32	10	12,5	12,5	32,5	60	32	11,6	5,0	12,76	98	10	60
ПЛ10×12,5 40	10	12,5	12,5	32,5	60	40	13,6	6,3	14,95	114	12,5	73
ПЛ12,5×16 25	12,5	16	16	41	50	25	12,0	8,0	21,2	163	13,5	91
ПЛ12,5×16 32	12,5	16	16	41	55	32	13,2	10,2	23,7	182	16	110
ПЛ12,5×16 40	12,5	16	16	41	65	40	15,0	12,8	26,6	203	19	130
ПЛ12,5×16 50	12,5	16	16	41	75	50	17,0	16	30,1	230	22	156
ПЛ12,5×25 30	12,5	25	20	45	55	30	13,8	18,7	38,1	292	28	200
ПЛ12,5×25 40	12,5	25	20	45	65	40	15,8	25	43,6	334	35	248
ПЛ12,5×25 50	12,5	25	20	45	75	50	17,8	31	49,1	376	44	300
ПЛ12,5×25 60	12,5	25	20	45	85	60	19,8	37,6	54,6	418	55	340
ПЛ16×32 40	16	32	25	57	72	40	20,0	51	81,7	620	70	430
ПЛ16×32 50	16	32	25	57	82	50	23,0	64	90,8	690	90	510
ПЛ16×32 65	16	32	25	57	97	65	26,0	83	104,4	795	115	620
ПЛ16×32 80	16	32	25	57	112	80	26,0	102	118	900	145	730
ПЛ20×40 50	20	40	32	72	90	50	22,7	128	161,2	1230	180	860

760863

Электронная библиотека