



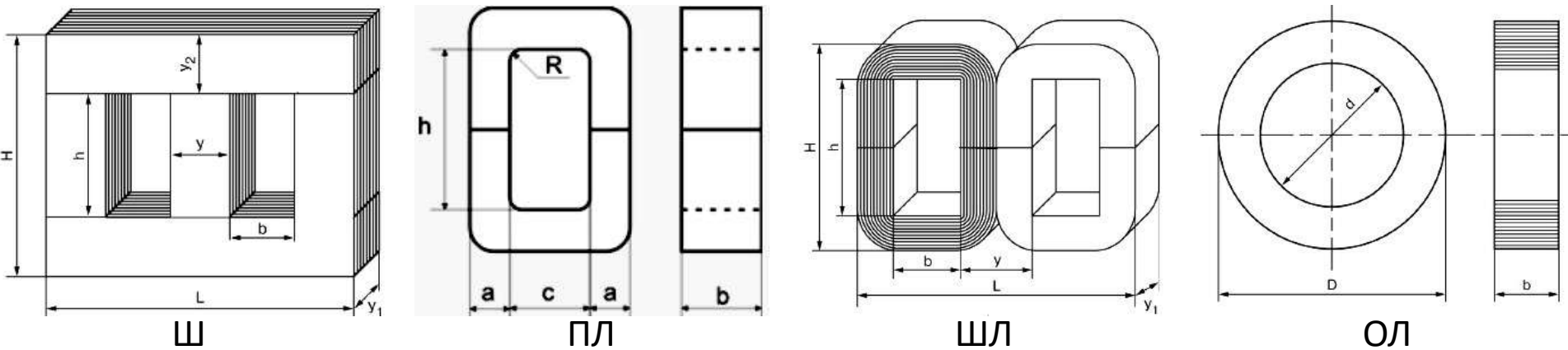
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ТРАНСПОРТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**



**РАЗРАБОТКА И МЕЛКОСЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТРАНСФОРМАТОРОВ НА
СЕРДЕЧНИКАХ R-CORE И ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ АППАРАТУРЫ НА ИХ
ОСНОВЕ**



В России трансформаторы мощностью до 1000 Вт изготавливают, в основном, на сердечниках следующих типов:



Трансформаторы на указанных сердечниках имеют следующие недостатки:

- повышенные потери холостого хода;
- повышенный расход обмоточного провода из-за прямоугольной формы витков;
- низкое качество стали сердечников;
- повышенные электромагнитные наводки (Ш, ПЛ, ШЛ);
- сложность экранирования обмоток (ОЛ).

Трансформаторы изготовленные на сердечниках R-core индийской компании Transcore Technologies лишены указанных недостатков. В России подобные трансформаторы и сердечники не выпускаются. Изготовленные опытные образцы показали прекрасные результаты. Так при заявленной габаритной мощности сердечника R-320 400 – 500 ВА, трансформатор выдал в нагрузку 560 ВА. Аналогичный по размерам трансформатор на сердечнике ПЛ российского производства по мощности не «дотянул» до 300 ВА. Масса сердечника R-320 – 1.97 кг, а масса аналогичного по мощности сердечника ОЛ 80/128-50 – 4,35 кг. Расход медного провода в трансформаторах R-core на 30% ниже за счет витков круглой формы. Качество применяемой при изготовлении сердечников R-core стали позволяет еще уменьшить расход провода за счет уменьшения количества витков и увеличения магнитной индукции без ухудшения характеристик трансформатора. Присутствующие на российском рынке китайские трансформаторы R-core не рассматриваются из-за их крайне низкого качества.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА СЕРДЕЧНИКАХ R- CORE

Изготовлено два опытных трансформатора на сердечниках R-320 (габаритная мощность 400-500 ВА). Оба трансформатора показали одинаковые характеристики.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАМОТКИ



R-core с катушками



Половина первичной обмотки



Первичная обмотка



Экран

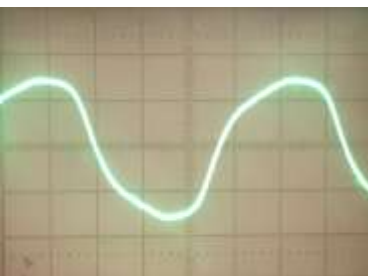


Изоляция экрана

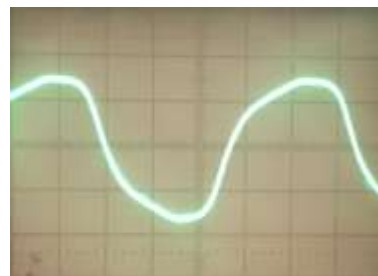


Вторичная обмотка

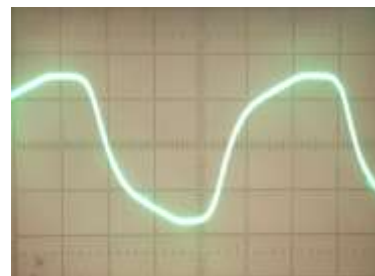
ВЕЛИЧИНА И ФОРМА ТОКА ХОЛОСТОГО ХОДА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ИНДУКЦИИ В СЕРДЕЧНИКЕ



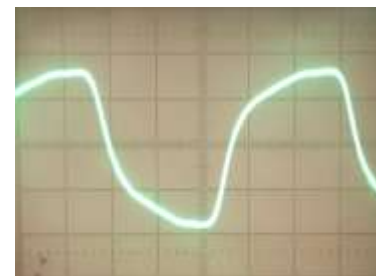
$U=220\text{ V};$
 $I_{xx}=5\text{ mA};$
 $B=1,2\text{ Tl}$



$U=230\text{ V};$
 $I_{xx}=5,25\text{ mA};$
 $B=1,25\text{ Tl}$



$U=242\text{ V};$
 $I_{xx}=5,52\text{ mA};$
 $B=1,32\text{ Tl}$



$U=253\text{ V};$
 $I_{xx}=5,86\text{ mA};$
 $B=1,38\text{ Tl}$



$U=275\text{ V};$
 $I_{xx}=6,87\text{ mA};$
 $B=1,5\text{ Tl}$

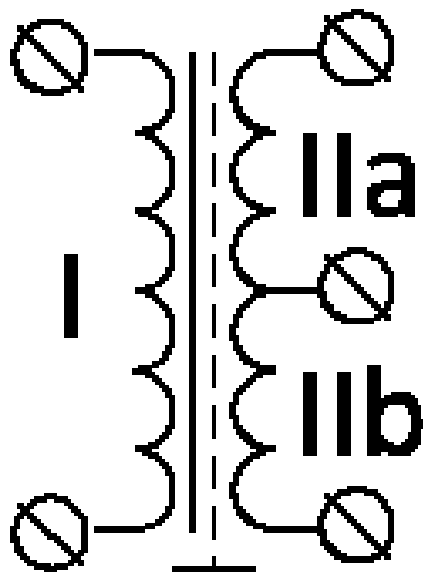
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБМОТОК

Обмотка I			Обмотка IIa + IIb		
Провод	Количество витков	Сопротивление, Ом	Провод	Количество витков	Сопротивление, Ом
ПЭТ-155, Ø1,06	570 + 570	3,2	ПЭТ-155, Ø1,5	2×78 + 2×78	0,3+0,3

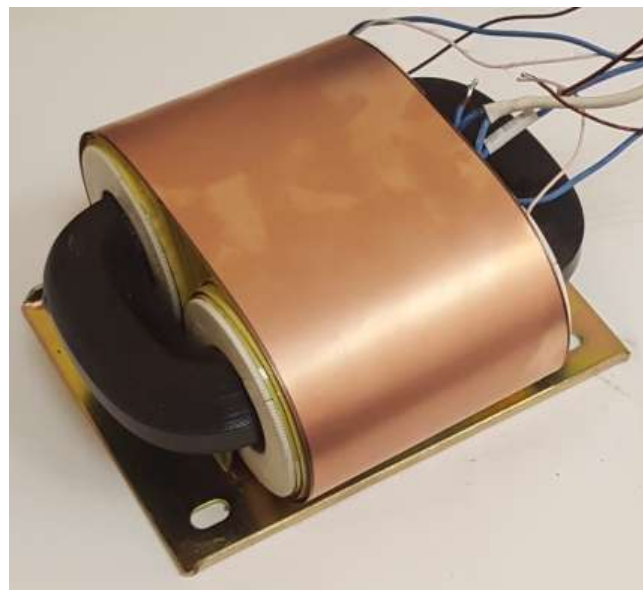
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОД НАГРУЗКОЙ

U _I =220V ЛАТР	IIa, A	0	1,09	2,25	3,21	4,22	IIa+IIb	0	8
	U _{IIa} , V	30,3	29,5	29,2	28,7	28,4	U _{IIa+IIb}	60,6	53,6
U _I ≈244-245V Сеть		IIa+IIb, A		0		8,55		10	
		IIa+IIb, V		65,8		56,5		56,2	

СХЕМА ТРАНСФОРМАТОРА



ВИД ГОТОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА



ТРАНСФОРМАТОРЫ НА СЕРДЕЧНИКАХ R-CORE

1. ОБЛАДАЮТ ЛУЧШИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ, ЧЕМ ТРАНСФОРМАТОРЫ ИЗГОТОВЛЕННЫЕ НА СЕРДЕЧНИКАХ ДРУГИХ ТИПОВ.
2. БЛАГОДАРЯ КРУГЛОМУ СЕЧЕНИЮ СЕРДЕЧНИКА УМЕНЬШАЕТСЯ ДЛИНА ВИТКА ПРОВОДА ОБМОТКИ, ЧТО ПРИВОДИТ К ЭКОНОМИИ ОБМОТОЧНОГО ПРОВОДА, СНИЖЕНИЮ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБМОТКИ И СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ.
3. ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ПРИМЕНЯЕМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ ПОЗВОЛЯЕТ ИЗГОТАВЛИВАТЬ ТРАНСФОРМАТОРЫ С ПОВЫШЕННОЙ ИНДУКЦИЕЙ, НЕ ВЫХОДЯ ЗА ПРЕДЕЛЫ ЛИНЕЙНОГО УЧАСТКА ЛИНИИ НАМАГНИЧИВАНИЯ.
4. ПРИМЕНЯЕМАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ СТАЛЬ ИМЕЕТ НИЗКИЕ ПОТЕРИ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ, ЧТО СНИЖАЕТ ТОК ХОЛОСТОГО ХОДА.
5. ЦЕНА ГОТОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА СЕРДЕЧНИКАХ R-CORE НЕ ПРЕВЫШАЕТ ЦЕНУ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ДРУГИХ СЕРДЕЧНИКАХ.
6. ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЗВОЛИТ ПРОИЗВОДИТЬ МЕЛКОСЕРИЙНУЮ ПРОДУКЦИЮ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ВЫСОКОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПО ПАРАМЕТРУ ЦЕНА/КАЧЕСТВО

КРОМЕ РЕАЛИЗАЦИИ ГОТОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРЕДЛАГАЕТСЯ ВЫПУСКАТЬ:

1. ПУСКО-ЗАРЯДНЫЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С ДАЛЬНЕЙШИМ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НА АККУМУЛЯТОРЫ ДРУГИХ ТИПОВ.
2. ЛАМПОВЫЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ (НЧ), НАБОРЫ-КОНСТРУКТОРЫ ДЛЯ СБОРКИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ НЧ.
3. ИНВЕРТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ 24(12)/~220 В, 2000 Вт.
4. **СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С СУПЕРНИЗКОЙ ПУЛЬСАЦИЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ И УРОВНЕМ ШУМА.**
5. СВЕТОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ ШИРОКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.
6. ДРУГУЮ ПРОДУКЦИЮ, ГДЕ ТРЕБУЕТСЯ КАЧЕСТВЕННОЕ И НАДЕЖНОЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ.

ГОСТ 19294-84. Трансформаторы малой мощности общего назначения. Общие технические условия. Устанавливает требования к трансформаторам общего назначения мощностью до 5000 ВА. Предлагается выпуск трансформаторов мощностью до 1000 ВА. Характеристики и цена выпускаемых сердечников R-core представлены в таблице. Предлагается на начальном этапе купить по 50 сердечников каждого размера. Цены представлены в рублях, считая 1 \$ США = 70 рублей.

Мощность, ВА	Размер R-core	Масса 1 шт., кг	Количество	Масса	Цена, руб. 1 шт.	Цена, руб. 50 шт.
5-7	R-5	0,1	50	5,0	98	4 900
10-15	R-8	0,21	50	10,5	112	5 600
13-18	R-10	0,25	50	12,5	126	6 300
15-20	R-15	0,25	50	12,5	136	6 800
20-25	R-20	0,32	50	16,0	175	8 750
25-30	R-25	0,33	50	16,5	187	9 350
30-40	R-30	0,46	50	23,0	210	10 500
40-45	R-35	0,51	50	25,5	220	11 000
45-55	R-40	0,53	50	26,5	250	12 500
50-60	R-50	0,65	50	32,5	298	14 900
660-75	R-65	0,71	50	35,5	385	19 250
80-100	R-80	0,83	50	41,5	410	20 500
100-125	R-100	1,00	50	50,0	470	23 500
125-200	R-150	1,31	50	65,5	780	39 000
200-350	R-260	1,61	50	80,5	797	39 850
400-500	R-320	1,97	50	98,5	977	48 50
500-600	R-400	2,32	50	116,0	1 200	60 000
600-800	R-600	3,13	50	156,5	1 498	74 900
800-1 000	R-800	4,66	50	233,0	2 292	114 600
1 000-1 200	R-1K	5,37	50	268,5	2 496	124 800
Итого			1 000	1 326 ($\Sigma=1\ 500$ кг)		655 850
Доставка						346 500
НДС 20%						131 170
Цена с НДС, и доставкой						1 133 520

Для намотки 1000 трансформаторов необходим провод ПЭТ 155:

Диаметр провода	Масса в катушке, кг	Длина в катушке, м	Цена катушки, руб.	Диаметр провода	Масса в катушке, кг	Длина в катушке, м	Цена катушек, руб.
0,14	7	47 600	4 900	0,9	20 × 3	3420	42000
0,16	7	35 990	4 900	1,0	20 × 3	2 780	42 000
0,18	7	28 720	4 900	1,06	20 × 3	2 470	42 000
0,2	7	23 450	4 900	1,12	20 × 3	2 219	42 000
0,224	7	18 656	4 900	1,18	20	2 000	14 000
0,25	7	15 000	4 900	1,25	20 × 4	1 780	56 000
0,28	7	12 054	4 900	1,32	20	1 600	14 000
0,315	7	9 893	4 900	1,4	20 × 8	1 425	112 000
0,355	7 × 2	7 811	9 800	1,6	20 × 10	1 094	140 000
0,4	7 × 2	5 960	9 800	1,7	20	971	14 000
0,45	20	13 440	14 000	1,8	20	865	14 000
0,5	20 × 2	10 940	28 000	1,9	20	777	14 000
0,56	20 × 2	8 770	28 000	2,0	20	702	14 000
0,63	20 × 2	6 960	28 000	2,12	20	626	14 000
0,71	20 × 3	5 470	42 000	2,24	20	560	14 000
0,8	20 × 2	4 316	28 000	2,36	20	505	14 000
0,85	20	3 830	14 000	2,5	20	450	14 000
Итого:							856 800
Масса, кг:							1 224

Необходимы расходные материалы

Материал	Количество	Цена, руб.
Стеклотекстолит фольгированный СТФ-1-35Г, 0,2 мм	20 кг, лист 1000×1200 мм	53100
Стеклотекстолит нефольгированный СТФ-1-35Г, 0,2 мм	10 листов 1000×1200 мм	7500
Лента R31 (полиэстерная) 10×0,05 мм	10 шт. × 66 м	2000
Провод МГТФ 0,75	100 метров	5000
Трубка термоусадочная	100 метров	2000
Бумага конденсаторная КОН – 2 – 22 0,022 × 200 мм	Рулон 7,5 кг	14175
Итого:		83 775

Расчет цены трансформаторов показан в таблице. Для сравнения представлены цены на трансформаторы R-core китайского производителя с торговой площадки Ебай и европейских производителей на сердечниках Ш (до 15 ВА) и тороидальных (свыше 15 ВА).

	R-5	R-8	R-10	R-15	R-20	R-25	R-30	R-35	R-40	R-50	R-65	R-80	R-100	R-150	R-260	R-320	R-400	R-600	R-800	R-1K
Масса, кг	0,1	0,21	0,25	0,25	0,32	0,33	0,46	0,51	0,53	0,65	0,71	0,83	1,0	1,31	1,61	1,97	2,32	3,13	4,66	5,37
Цена	98	112	126	136	175	187	210	220	250	298	385	410	470	780	797	977	1200	1498	2292	2496
Доставка	23	49	58	58	74	76	106	118	123	150	164	191	231	303	372	455	536	723	1076	1240
Оформлен.	20	22	25	27	35	37	42	44	50	60	77	82	94	156	160	195	240	300	460	499
Провод	65	136	162	162	207	213	297	330	342	420	459	536	646	846	1040	1273	1500	2022	3010	3469
Расходные	6	13	16	16	20	21	29	32	33	41	45	52	63	83	101	124	146	197	294	338
Материалы	169	261	304	314	402	421	536	582	625	759	885	998	1179	1709	1938	2374	2846	3717	5596	6303
ФОТ	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702
Страховые взносы	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212
Накладные расходы	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613	613
Прочие расходы	43	71	83	85	109	113	148	162	173	210	241	273	325	458	532	650	776	1023	1536	1739
Себестоимость	1739	1859	1914	1926	2038	2061	2221	2271	2325	2496	2653	2798	3031	3694	3997	4551	5149	6267	8659	9569
Прибыль, 20%	347	371	382	385	407	412	444	454	465	499	530	559	606	738	799	910	1029	1253	1731	1913
Цена	2086	2230	2296	2311	2445	2473	2665	2725	2790	2995	3181	3357	3637	4432	4796	5461	6178	7520	10390	11482
Цена с НДС	2503	2676	2755	2773	2934	2967	3198	3270	3348	3594	3819	4028	4364	5318	5755	6553	7413	9024	12468	13778
ЕБАУ						1626 5573		1926 5179		2280 5573		4117 11тр	8260	7719 15тр			10тр серд			От 15тр
Mouser (тор)	от 1200	от 1350	от 5500			от 5500				от 5500		от 5700	от 6200	от 7000	от 8000		от 11тр	от 12,5тр	от 14тр	от 16,5тр
Оборудование	91	190	226	226	290	299	416	462	480	588	643	751	905	1186	1457	1783	2100	2833	4217	4860

АППАРАТУРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА БАЗЕ СЕРДЕЧНИКОВ R-CORE

1. С целью совершенствования питания аппаратуры, чувствительной к электромагнитным наводкам и пульсациям напряжения, разработан аналоговый блок питания. Испытания, которые проводились при входном напряжении $220 \pm 10\%$ Вольт, выходном напряжении 15 Вольт и токах в нагрузке до 10 и до 20 Ампер, показали стабильное напряжение во всем диапазоне нагрузок и уровень пульсаций выходного напряжения менее уровня шумов измерительной аппаратуры. Ориентировочно, не более 0,1 мВ. С целью снижения электромагнитных наводок и потерь, использован трансформатор на сердечнике R-core. Основное отличие данных сердечников – отсутствие зазора, что снижает электромагнитное излучение и круглая форма сечения сердечника, что снижает длину провода в обмотках и соответственно, их активное сопротивление и потери.

- В дальнейшем планируется:
 - - разработка блоков питания с использованием синхронных выпрямителей вместо диодных;
 - - разработка блоков питания с различными выходными характеристиками;
 - - совершенствование изготовления трансформаторов на сердечниках R-core с целью увеличения их КПД, (в настоящее время достигнут КПД для трансформаторов мощностью 350 – 450 ВА 0,94).

2. Планируется разработка и изготовление аналоговых инверторов 12 – 24/220 Вольт, 50 Гц, мощностью до 2 кВт, с питанием их от автомобильных аккумуляторов. В настоящее время в эксплуатации автомобилистов находятся аналогичные импульсные инверторы производства КНР, отличающиеся низкой надежностью.

3. На основе анализа исследований в области эксплуатации свинцовых аккумуляторов и свойственным им недостатков разработано пуско - зарядное устройство для автомобильных аккумуляторов емкостью до 200 Ампер-часов, которое способно:

- - автоматически проводить заряд и разряд аккумуляторов в различных режимах;
- - проводить тренировки аккумуляторов;
- - проводить десульфатацию аккумуляторов;
- - запускать холодный двигатель автомобиля;
- - использоваться в качестве источника питания

Все устройства планируется изготавливать на базе трансформаторов с применением сердечников R-CORE. ГОСТ 19294-84. Трансформаторы малой мощности общего назначения. Общие технические условия. Устанавливает требования к трансформаторам общего назначения мощностью до 5000 ВА. Предполагается выпуск трансформаторов мощностью до 1000 ВА.

ПУСКО-ЗАРЯДНОЕ ТРЕНИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

На основе анализа исследований в области эксплуатации свинцовых аккумуляторов и свойственным им недостатков разработано пуско-зарядное устройство для аккумуляторов емкостью до 200 ампер-часов.

Устройство имеет следующие режимы работы:

1. Запуск двигателя при разряженном аккумуляторе.
2. Заряд аккумулятора до напряжения 14,7 Вольт, отключение.
3. Разряд аккумулятора до напряжения 10,8 Вольт, заряд до напряжения 14,7 Вольт, отключение.
4. Заряд аккумулятора с паузами до напряжения 14,7 Вольт, отключение.
5. Разряд аккумулятора до напряжения 12,8 Вольт, заряд с паузами до напряжения 14,4 Вольт, отключение.
6. Десульфатация.
7. Использование устройства в качестве блока питания.

Устройство имеет регулировку напряжения заряда до 18 Вольт, тока заряда 0 – 20 Ампер, тока разряда 0 – 20 Ампер. Испытания по пунктам 4, 5 возможно проводить по несколько циклов автоматически. Возможен выбор режима в зависимости от емкости аккумулятора. В настоящее время устройства с набором перечисленных функций не выпускаются. При разработке схемы устройства особое внимание обращалось на максимальном использовании современной элементной базы, снижению массы и габаритов, минимальным тепловым потерям. Требуется изготовления опытных образцов для оптимизации режимов работы. Цена комплектующих радиоэлементов составляет, ориентировочно, 15000 рублей.

ВИД УСТРОЙСТВА

СЕТЬ



ЗАРЯД



РАЗРЯД-
ЗАРЯД



ЗАРЯД
С ПАУЗАМИ



РАЗРЯД- ЗАРЯД
С ПАУЗАМИ ДЕСУЛЬФАТАЦИЯ



БЛОК
ПИТАНИЯ



НАПРЯЖЕНИЕ

14.00

МОДУЛЯЦИЯ



БОЛЕЕ 60 А/Ч



ПОДЗАРЯД



ПУСК



СТОП



ТОК

5.00

■ ЗАРЯД

■ РАЗРЯД



НАПРЯЖЕНИЕ

ЗАРЯДА



ЗАРЯДА



ТОК

РАЗРЯДА



АКБ



ЛАМПОВЫЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Характеристики, определяющие качество усилителя, такие как уровень нелинейные искажения, неравномерность частотной характеристики, нижняя и верхняя воспроизводимые частоты, в основном, зависят от параметров и качества выходного трансформатора. Предъявляются жесткие требования к симметрии обмоток, их секционированию, индуктивности и величине активного сопротивления. Увеличение индуктивности снижает нижнюю воспроизводимую частоту. Увеличение количества секций обмоток увеличивает верхнюю воспроизводимую частоту.

Разработана методика расчета и намотки выходных трансформаторов для двухтактных усилителей с любыми выходными радиолампами и любой мощности. Возможно изготовление высококачественных усилителей низкой частоты класса Hi-end по доступной цене и создание конструкторов для изготовления высококачественных усилителей. При использовании сердечника R-core они легко рассчитываются и реализуются. Также возможна замена выходных трансформаторов в имеющихся ламповых двухтактных усилителях, что приведет к значительному улучшению их характеристик. Время изготовления выходного трансформатора больше, чем силового. Расход материалов примерно одинаков.

В соответствии с современными требованиями проработан вопрос поэтапного включения радиолампы в работу: накал, сетки, анод. Также проработан вопрос стабилизации тока накала

ПРИМЕР НАМОТКИ КАТУШЕК ВЫХОДНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЛАМПОВОГО УСИЛИТЕЛЯ

