

**ИННОВАЦИИ В
ТРАНСФОРМАЦИИ**



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В РФ



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РАСПОРЯЖЕНИЕ
от 19 апреля 2018 г. № 703-р
МОСКВА

1. Утвердить прилагаемый комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации (далее-план).
2. Федеральным органам исполнительной власти, ответственным за реализацию плана, направлять отчеты о ходе его реализации ежеквартально, до 10-го числа месяца, следующего за отчетным периодом, в Минэкономразвития России.
3. Минэкономразвития России осуществлять мониторинг и координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти по реализации плана и докладывать в Правительство Российской Федерации о ходе его выполнения раз в полгода, не позднее 20-го числа месяца, следующего за отчетным периодом.
4. Рекомендовать органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации организовать работу по повышению энергоэффективности экономики в субъектах Российской Федерации в соответствии с методическими рекомендациями по организации органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации работы по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, утвержденными Минэкономразвития России.

Председатель Правительства
Российской Федерации

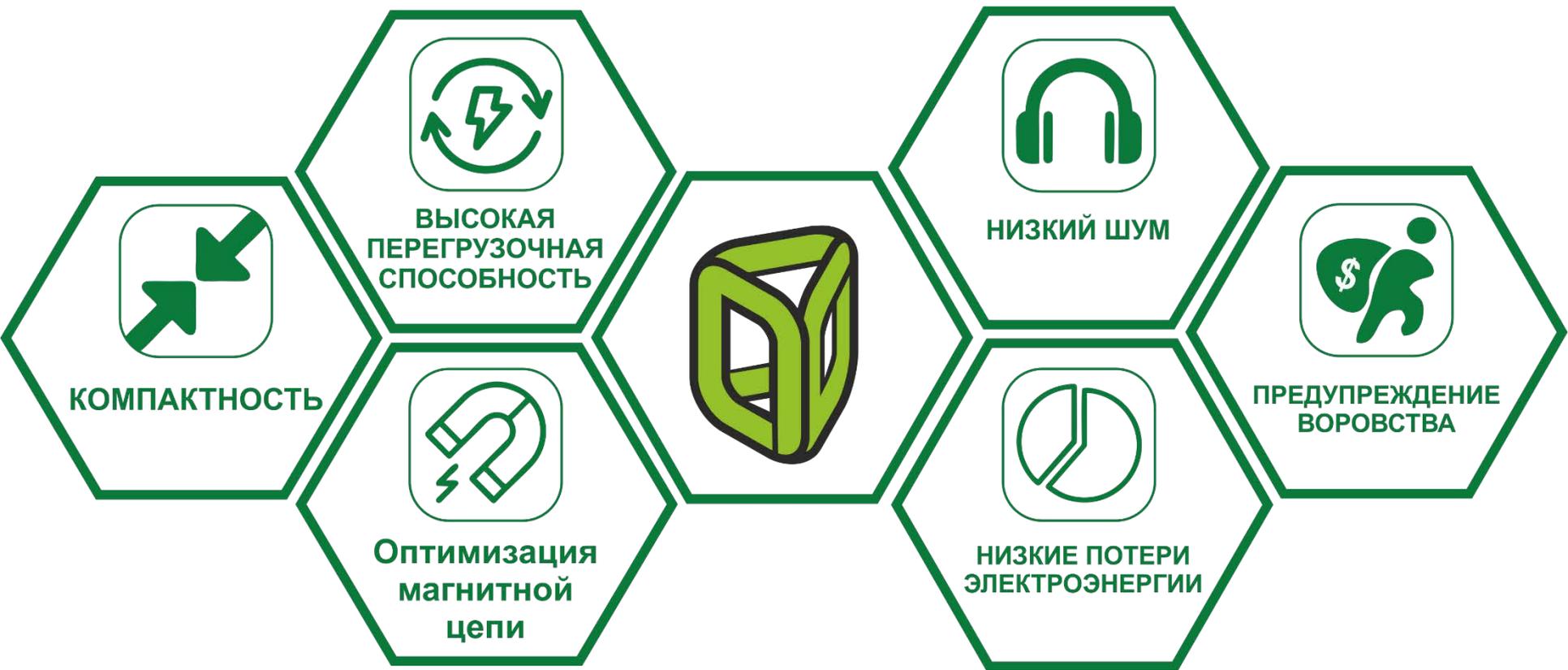
Д. Медведев

О КОМПАНИИ

АО Электрическая научно-техническая компания “Золотой треугольник” было основано в ноябре 2009 года. Это государственное ново-высокотехнологическое предприятие, сосредоточенное на интеграции воедино разработки, производства и реализации треугольных объемных сердечниковых трансформаторов, на изобретение которых имеется патент (номер патента: ZL99114346.0), стандартных прямоугольных однорамных формовочных устройств с треугольным витым сердечником из аморфных сплавов и технологии (номер патента: 201610115993.6) и прямоугольного однорамного метода обработки с объемным витым треугольным сердечником из аморфных сплавов (номер патента: 201610107516.5), а также несколько десятков других патентов и полезных моделей.



ИННОВАЦИИ В ТРАНСФОРМАЦИИ



ПРЕИМУЩЕСТВА НАШИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ



Уникальный скрученный металлический сердечник объемного типа делает конструкцию продукции более компактным, расположение деталей разумным, занимаемая корпусом оборудования площадь по сравнению с традиционными конструкциями сокращается на 10-15%, а высота корпуса снижается на 10-20%, если установить в подстанции типа контейнера, может уменьшить объем контейнера почти на 1/4.

ПРЕИМУЩЕСТВА НАШИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ



- 1) между поверхностями скрученного металлического сердечника объемного типа нет швов, магнитные цепи расположены во всех местах равномерно, нет ярко выраженных высокоомных участков, нет явлений дисторсии плотности магнитного потока;
- 2) направление магнитных цепей полностью совпадает с кристаллографической ориентировкой кремнестальных листов;
- 3) трехфазная длина магнитных цепей полностью равнозначны, наименьшее значение суммы трехфазной длины магнитных цепей;
- 4) трехфазная магнитная цепь полностью симметрична, трехфазный ток холостой работы полностью сбалансирован.

ПРЕИМУЩЕСТВА НАШИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ



- 1) Продукт сам по себе весьма незначительно нагревается, потери холостого хода, ток холостой работы трансформатора со скрученным металлическим сердечником крайне незначительны, продукт сам по себе весьма незначительно нагревается;
- 2) Трехфазные катушки расположены в форме иероглифа «品», образуя между катушками естественным образом сквозной канал, пропускающий воздух - «вентиляционная труба», из-за разницы температур между верхним и нижним железными ярами, которая составляет 30-40°C и приводит к интенсивному обмену воздуха, холодный воздух поднимается снизу к центральному проходу, а тепло внутри от наклонной поверхности железного яра идет наружу, при такой естественной циркуляции быстро забирает тепло, генерируемое трансформатором

ПРЕИМУЩЕСТВА НАШИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ



Источниками шума вибрации корпуса трансформатора являются:

- 1) магнитострикция кремнестального листа вызывает вибрацию сердечника и тем самым создает шум;
- 2) электромагнитное притяжение, возникающее из-за наличия магнитной утечки на месте соединительных швов кремнестальных листов и пластинчатых слоев, которое вызывает вибрацию сердечника и тем самым создает шум;
- 3) магнитная плотность, с которой работает трансформатор, слишком высока, близка к точке насыщения или равна этому показателю, магнитная утечка слишком велика и тем самым создается шум.

Поскольку полосы кремнестального листа скрученного металлического сердечника объемного типа изготавливаются специальным намоточным устройством системой непрерывного валика без швов, поэтому не будет производить шум по причине непостоянства магнитной цепи, как в металлических сердечниках этажерочного типа. В то же время трехфазная магнитная цепь, где магнитные потоки полностью симметричны и плотность магнитного потока при работе продумана разумного, отчего шум продукта значительно снизился; тестирование продукции типа SCB10-RL-2000/10 установило значение 41dB, что на 25dB ниже международного стандарта в 66dB, достигая безопасных экологических условий, наиболее пригодных для использования в помещениях и жилых районах.

ПРЕИМУЩЕСТВА НАШИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ



1) направление вектора намагниченности скрученного металлического сердечника объемного типа полностью совпадает с направлением выкатки кремнестальных листов, при этом между слоями металлического сердечника нет перекрытий, распределение магнитного потока везде равномерно, нет ярко выраженных высокоомных участков, нет явлений дисторсии плотности магнитного потока. Если сравнить скрученный металлический сердечник с сердечником этажерочного типа, выполненные из одного и того же материала, коэффициент процесса потери в сердечнике с 1,3 - 1,5 упадет примерно до 1,05. Только это может снизить изнашиваемость сердечника на 10-20%.

2) из-за уникальной объемной структуры, расход материала на железное ярмо сердечника уменьшилось на 25% по сравнению с традиционным пластинчатым сердечником, а уменьшенный угловой вес составляет около 6% от общего веса металлического сердечника.

3) разрезание кремнестального листа ухудшает его свойство магнитной проводимости. Металлический сердечник со скрученным металлическим сердечником объемного типа прошел термообработку (800°C) и заполнение азотом при вакууме, что не только удаляет механическое напряжение сердечника, но также совершенствует магнитный домен кремнестального листа, улучшает возможности рекристаллизации кремнестального листа. Так, что свойства такого кремнестального листа намного лучше, чем на момент его выхода с фабрики.

4) проверка выявила, что размер потери холостого хода трансформатора с объемным сердечником на 25-35% меньше установленного международного показателя, а ток холостой работы может быть уменьшен до 92%

ПРЕИМУЩЕСТВА НАШИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

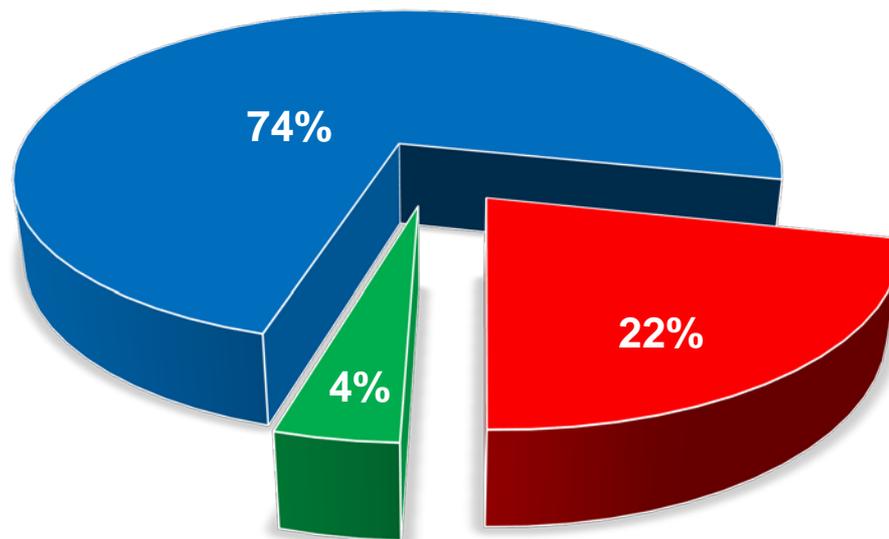


Скрученный сердечник выполнен таким образом, что обмотка и сердечник объединены вместе. В таком исполнении размотать медную обмотку очень затруднительно. У стандартных шихтованных сердечников размотать обмотку можно гораздо проще. Таким образом скрученный сердечник в силу своей конструкции имеет функцию «анти-вор»

ДОЛЕВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ПОТЕРЬ ХХ, КЗ И СТОИМОСТИ ТРАНСФОРМАТОРА

Стоимость потерь электроэнергии в трансформаторе за весь срок эксплуатации (30 лет) могут в 20 раз превышать стоимость покупки трансформатора.

- Стоимость потерь короткого замыкания за период эксплуатации
- Стоимость потерь холостого хода за период эксплуатации
- Стоимость трансформатора



ЛИНЕЙКА СТАНДАРТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМГ И ТСЛ



ВНЕШНИЙ ВИД
ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМГ



ВНЕШНИЙ ВИД
ТРАНСФОРМАТОРОВ ТСЛ

КОНКРЕТНЫЕ ЦИФРЫ ПРЕИМУЩЕСТВ

ПАРАМЕТРЫ СТАНДАРТНОЙ ЛИНЕЙКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМГ:

Модель	S кВА	Параметры напряжения			Схема и группа соед.	Потери ХХ	Потери КЗ	I ХХ	U кз	Масса (кг)			Габариты (мм)		
		ВН	Диапазон регулируе- вания	НН		кВт	кВт	%	%	Только корпус	Масло	Общая	Длина	Ширина	Высота
		кВ	%	кВ											
ТМГ—100/10	100	6/6,3/10 10.5			Δ/Yn1 1 или Y/Yn0	0,29	1.58/1.5	1,80	4,0	350	155	640	1170	710	1170
ТМГ—160/10	160					0,40	2.31/2.2	1,60		480	195	840	1260	750	1240
ТМГ—250/10	250					0,56	3.20/3.05	1,40		680	265	1160	1420	850	1340
ТМГ—400/10	400					0,80	4.52/4.3	1,30		960	360	1620	1520	910	1460
ТМГ—630/10	630					±5 или ±2×2.5	0,4	Δ/Yn1 1 или Y/Yn0	1,20	6,20	1,10	4,5	1275	470	2110
ТМГ—800/10	800	1,40	7,50	0,80	1650				520	2580	1720	990	1640		
ТМГ—1000/10	1000	1,70	10,30	0,70					1800	625	2940	1890	1130	1690	
ТМГ—1250/10	1250	1,95	12,00	0,60						2180	685	3420	1870	1070	1750
ТМГ—1600/10	1600	10	2,40	14,50	0,60				2595	790	4010	1930	1110	1810	
ТМГ—2000/10	2000	10.5	2,80	18,30	0,60				3170	860	4930	2080	1220	2070	
ТМГ—2500/10	2500	3,28	21,20	0,60	5					3800	1000	5800	2500	1460	2400

Стандартное исполнение

Материал обмоток: алюминий

Герметичный гофрированный бак

Климатическое исполнение: У1

Схема и группа соединения обмоток: Δ/Yn-11, Y/Yn-0

Опции

Материал обмоток: медь

Климатическое исполнение: УХЛ1

Схема и группа соединения обмоток: Y/Zn-11

КОНКРЕТНЫЕ ЦИФРЫ ПРЕИМУЩЕСТВ

ПАРАМЕТРЫ СТАНДАРТНОЙ ЛИНЕЙКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТСЛ:

Модель	S	Параметры напряжения			Схема и группа соедин.	Потери ХХ	Потери КЗ	I ХХ	U КЗ	Масса (кг)	Габариты (мм)			
	кВА	ВН	Диапазон регулирования	НН		кВт	кВт	%	%	Общая	Длина	Ширина	Высота	
		кВ	%	кВ										
ТСЛ—100/10	100	6/6,3/10 /10.5	±5 или ±2×2.5	0,4	Δ/Υn11 или Υ/Υn0	0,4	1,57	1,5	4,0	450	1035	1250	980	
ТСЛ—160/10	160					0,54	2,13	1,3		680	1120	1320	1050	
ТСЛ—250/10	250					0,72	2,76	1,1		900	1170	1330	1165	
ТСЛ—400/10	400					0,98	3,99	1,0		1205	1210	1380	1300	
ТСЛ—630/10	630					1,34	5,88	0,85		1515	1295	1410	1355	
ТСЛ—800/10	800				Δ/Υn11 или Υ/Υn0	0,4	6	1,52	6,96	0,85	1880	1375	1450	1480
ТСЛ—1000/10	1000							1,77	8,13	0,85	2170	1430	1480	1525
ТСЛ—1250/10	1250							2,09	9,69	0,85	2525	1480	1500	1570
ТСЛ—1600/10	1600							2,45	11,7	0,85	2980	1500	1520	1710
ТСЛ—2000/10	2000							3,05	14,4	0,7	3480	1570	1550	1735
ТСЛ—2500/10	2500	3,6	17,1	0,7				4080	1625	1600	1825			

Стандартное исполнение

Материал обмоток: алюминий

Климатическое исполнение: УЗ

Класс нагревостойкости: F (155 С)

Схема и группа соединения обмоток: Δ/Υn-11, Υ/Υn-0

Опции

Материал обмоток: медь

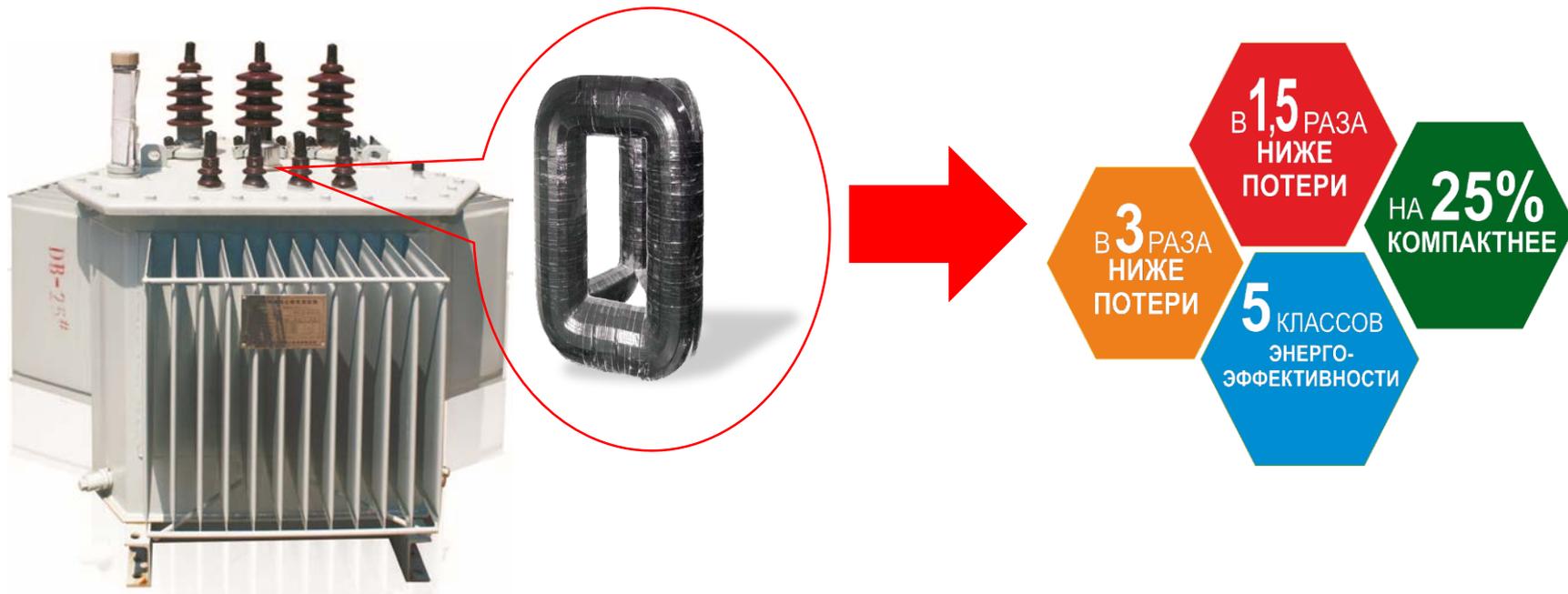
Климатическое исполнение: УХЛЗ

Кожух степени защиты IP21...IP53

Сейсмостойкое исполнение с виброгасителями

ЛИНЕЙКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМГ (тэ):

Трехфазный масляный распределительный трансформатор со скрученным металлическим сердечником объемного типа



Мощность, кВА	100...2500
Напряжение ВН, кВ	6, 10, 20, 35
Напряжение НН, кВ	0,4
Схема соединения обмоток	Д/Ун-11 У/Ун-0
Климатическое исполнение	У1
Класс энергоэффективности по европейским стандартам	В

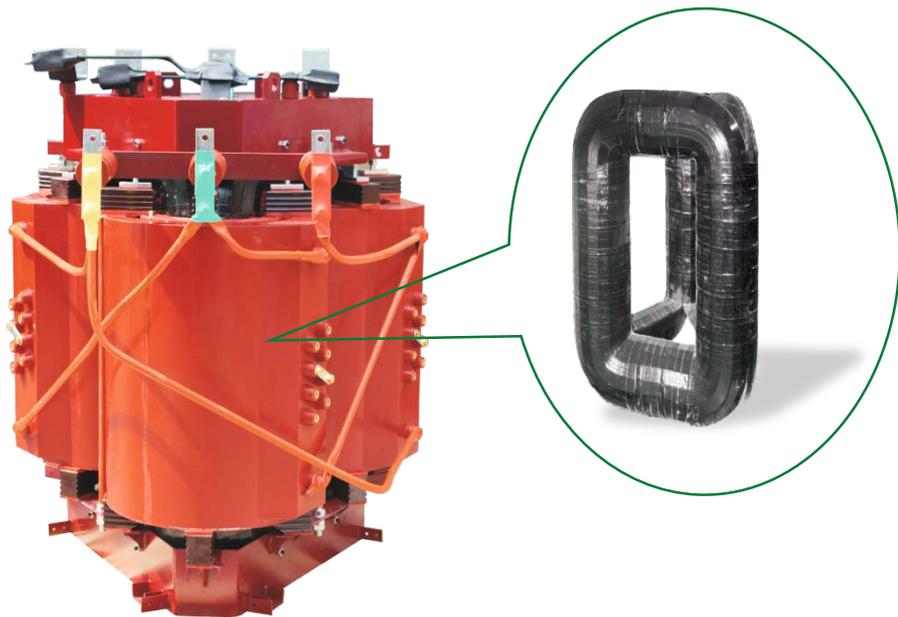
КОНКРЕТНЫЕ ЦИФРЫ ПРЕИМУЩЕСТВ

ПАРАМЕТРЫ ЛИНЕЙКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМГ (ТЭ):

Модель	S		Параметры напряжения			Схема и группа соед.	Потери XX	ΔW (нагрузочные потери) (75С)	I XX	U кЗ	Уровень шума	Масса (кг)	Габариты (мм)		
	кВА	кВ	ВН	Диапазон регулируе- мости	НН		Вт	Вт	%	%	дБ	Общая	Длина	Ширина	Высота
ТМГ(ТЭ) — 100/10	100					D/Yn-11 Y/Yn-0 Y/Zn-11	200	1500	0,21	4,0	49	440	860	600	860
ТМГ(ТЭ) — 160/10	160						280	2200	0,19		50	620	1035	660	900
ТМГ(ТЭ) — 250/10	250						400	3050	0,17		52	800	580	740	960
ТМГ(ТЭ) — 400/10	400						570	4300	0,16		54	1080	1230	800	1080
ТМГ(ТЭ) — 630/10	630	6/6.3 /6.6 /10 /10.5 /11	±2×2.5 ±5	0,4	D/Yn-11 Y/Yn-0	810	6200	0,15	4,5	56	1580	1420	920	1180	
ТМГ(ТЭ) — 800/10	800					980	7500	0,15		58	1900	1480	1000	1235	
ТМГ(ТЭ) — 1000/10	1000					1150	10300	0,14		58	2155	1600	1100	1280	
ТМГ(ТЭ) — 1250/10	1250					1360	12000	0,13		60	2515	1655	1135	1325	
ТМГ(ТЭ) — 1600/10	1600					1640	14500	0,12		60	3050	1815	1260	1400	
ТМГ(ТЭ) — 2000/10	2000					1940	18300	0,11		5	62	3735	1920	1305	1460
ТМГ(ТЭ) — 2500/10	2500				2290	21200	0,11	62	4520		2120	1430	1525		

ЛИНЕЙКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТСЛ (Тэ):

Трехфазный сухой распределительный трансформатор со скрученным металлическим сердечником объемного типа



Мощность, кВА	100...2500
Напряжение ВН, кВ	6, 10, 20, 35
Напряжение НН, кВ	0,4
Схема соединения обмоток	Д/Ун-11 У/Ун-0
Климатическое исполнение	УЗ
Класс энергоэффективности по европейским стандартам	В

КОНКРЕТНЫЕ ЦИФРЫ ПРЕИМУЩЕСТВ

ПАРАМЕТРЫ ЛИНЕЙКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТСЛ (тэ):

Модель	S	Параметры напряжения			Схема и группа соед.	Потери ХХ	ΔW (нагрузочные потери) (100С)	I ХХ	U кз	Уровень шума	Масса (кг)	Габариты (мм)		
		кВА	ВН	Диапазон регулируе- вания		НН	Вт	Вт	%	%	дБ	Общая	Длина	Ширина
	кВ		%	кВ										
ТСЛ(тэ) — 100/10	100	6/6.3 /6.6 /10 /10.5 /11	±2×2.5 ±5	0,4	D/Yn-11	360	1480	0,6	4,0	58	450	1035	1250	980
ТСЛ(тэ) — 160/10	160					480	2000	0,6		59	680	1120	1320	1050
ТСЛ(тэ) — 250/10	250					640	2590	0,5		60	900	1170	1330	1165
ТСЛ(тэ) — 400/10	400					880	3750	0,4		62	1205	1210	1380	1300
ТСЛ(тэ) — 630/10	630					1200	5530	0,4	6	63	1515	1295	1410	1355
ТСЛ(тэ) — 800/10	800					1360	6550	0,3		64	1880	1375	1450	1480
ТСЛ(тэ) — 1000/10	1000					1590	7650	0,3		65	2170	1430	1480	1525
ТСЛ(тэ) — 1250/10	1250					1880	10300	0,25		67	2525	1480	1500	1570
ТСЛ(тэ) — 1600/10	1600					2200	11000	0,25		67	2980	1500	1520	1710
ТСЛ(тэ) — 2000/10	2000					2740	13600	0,2	8	69	3480	1570	1550	1735
ТСЛ(тэ) — 2500/10	2500					2290	21200	0,11		69	4080	1625	1600	1825

ЛИНЕЙКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМГ (аэ):

Масляные энергоэффективные трансформаторы с магнитопроводом из аморфной стали



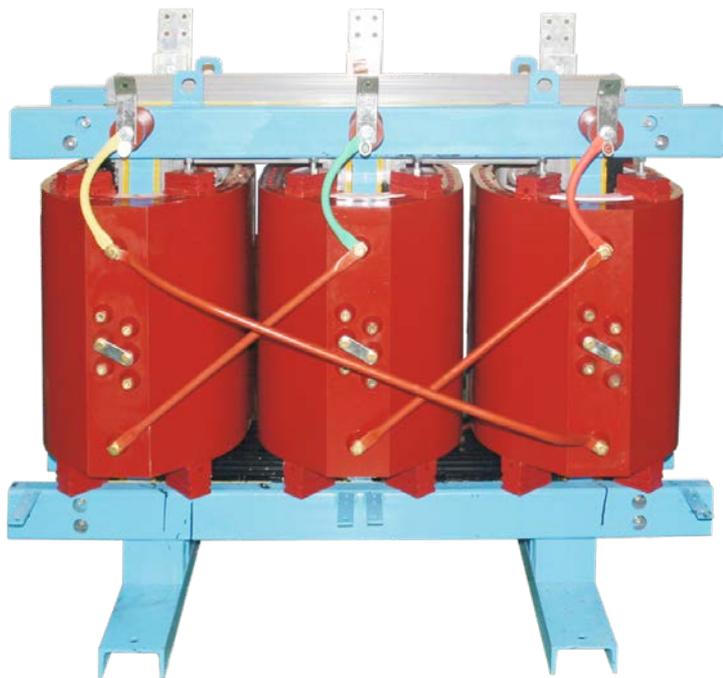
Мощность, кВА	100...2500
Напряжение ВН, кВ	6, 10, 20, 35
Напряжение НН, кВ	0,4
Схема соединения обмоток	Д/Ун-11 У/Ун-0
Климатическое исполнение	У1
Класс энергоэффективности по европейским стандартам	A

ПАРАМЕТРЫ ЛИНЕЙКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С МАГНИТОПРОВОДОМ ИЗ АМОРФНОЙ СТАЛИ ТМГ(аэ):

Модель	S	Параметры напряжения			Схема и группа соедин.	Потери ХХ	ΔW (нагрузочные потери) (100С)	I ХХ	U кз	Уровень шума	Масса (кг)	Габариты (мм)			
		кВА	ВН	Диапазон регулирования		НН	Вт	Вт	%	%	дБ	Общая	Длина	Ширина	Высота
			кВ	%		кВ									
ТМГ(аэ)–100/10	100	6/6.3 /6.6 /10 /10.5 /11	$\pm 2 \times 2.5$ ± 5	0,4	D/Yn-11 Y/Yn-0 Y/Zn-11	75	1580/1500	0.9	4,0	55	440	860	600	860	
ТМГ(аэ)–160/10	160					100	2310/2200	0.6		59	620	1035	660	900	
ТМГ(аэ)–250/10	250					140	3200/3050	0.6		61	800	1140	740	960	
ТМГ(аэ)–400/10	400					200	4520/4300	0.5		64	1080	1230	800	1150	
ТМГ(аэ)–630/10	630					320	6200	0.3		66	1580	1420	920	1180	
ТМГ(аэ)–800/10	800				D/Yn-11 Y/Yn-0	0,4	4,5	380	7500	0.3	68	1900	1480	1000	1235
ТМГ(аэ)–1000/10	1000							450	10300	0.3	68	2155	1600	1100	1280
ТМГ(аэ)–1250/10	1250							530	12000	0.2	72	2515	1655	1135	1325
ТМГ(аэ)–1600/10	1600							630	14500	0.2	72	3050	1815	1260	1400
ТМГ(аэ)–2000/10	2000							750	17400	0.2	73	3735	1920	1305	1460
ТМГ(аэ)–2500/10	2500							900	20220	0.2	73	4520	2120	1430	1525

ЛИНЕЙКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТСЛ(аэ):

Сухие энергоэффективные трансформаторы с магнитопроводом из аморфной стали типа



Мощность, кВА	100...2500
Напряжение ВН, кВ	6, 10, 20, 35
Напряжение НН, кВ	0,4
Схема соединения обмоток	Д/Ун-11 У/Ун-0
Климатическое исполнение	УЗ
Класс энергоэффективности по европейским стандартам	A

ПАРАМЕТРЫ ЛИНЕЙКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С МАГНИТОПРОВОДОМ ИЗ АМОРФНОЙ СТАЛИ ТСЛ(аэ):

Модель	S	Параметры напряжения			Схема и группа соед.	Потери	ΔW	I_{xx}	$U_{кз}$	Уровень шума	Масса (кг)	Габариты (мм)			
		кВА	ВН	Диапазон регуливов ания		НН	Вт	Вт	%	%	дБ	Общая	Длина	Ширина	Высота
			кВ	%		кВ									
ТСЛ(аэ)–100/10	100	6/6.3 /6.6 /10 /10.5 /11	$\pm 2 \times 2.5$ ± 5	0,4	D/Yn-11	130	1400	1.2	4,0	65	450	1035	1250	980	
ТСЛ(аэ)–160/10	160					170	1900	1.1		66	680	1120	1320	1050	
ТСЛ(аэ)–250/10	250					230	2460	1.0		67	900	1170	1330	1165	
ТСЛ(аэ)–400/10	400					310	3560	0.8		69	1205	1210	1380	1300	
ТСЛ(аэ)–630/10	630					420	5250	0.7	6	71	1515	1295	1410	1355	
ТСЛ(аэ)–800/10	800					480	6220	0.7		71	1880	1375	1450	1480	
ТСЛ(аэ)–1000/10	1000					550	7260	0.6		72	2170	1430	1480	1525	
ТСЛ(аэ)–1250/10	1250					650	8640	0.6		74	2525	1480	1500	1570	
ТСЛ(аэ)–1600/10	1600					760	10400	0.6		75	2980	1500	1520	1710	
ТСЛ(аэ)–2000/10	2000					1000	12900	0.5		8	77	3480	1570	1550	1735
ТСЛ(аэ)–2500/10	2500					1200	15300	0.5			78	4080	1625	1600	1825

ПАТЕНТЫ И СЕРТИФИКАТЫ

