

ОАО «ЭЛЕКТРОЩИТ»

142300, Московская область, г. Чехов

E-mail: ktp@elektro-shield.ru

Трансформаторы силовые сухие

с литой изоляцией типа ТС(З)Л

мощностью от 25 до 2500 кВА

Руководство по эксплуатации

САНШ.672133.004 РЭ

1. Описание и работа изделия.

1.1. Назначение изделия.

1.1.1 Трансформаторы сухие трехфазные с естественным воздушным охлаждением типа ТС(З)Л, с литой изоляцией, двухобмоточные, мощностью от 25 до 2500 кВА, номинальной частотой 50 Гц, класса напряжения 10 кВ, предназначены для передачи и распределения электроэнергии. Трансформаторы могут поставляться в открытом или защищенном кожухом (З) исполнении.

1.1.2. Высота установки над уровнем моря не более 1000 м. Климатическое исполнение «У» или «УХЛ», категория размещения 3 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89.

1.1.3 Трансформаторы не предназначены для работы в условиях тряски, вибрации, ударов, в среде, содержащей токопроводящую пыль, агрессивные газы и пары в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

1.2. Общие технические характеристики

1.2.1. Значение номинальной мощности, номинальных напряжений, номинальных токов, схема и группа соединения обмоток, напряжения короткого замыкания, потери короткого замыкания, потери холостого хода указаны в паспорте трансформатора.

1.2.2. Габаритные, установочные размеры и масса трансформаторов приведены в приложениях 1 и 2.

1.2.3. Превышение температуры обмоток трансформатора над температурой охлаждающей среды при номинальной нагрузке не превышает +100°C (класс изоляции «F»).

1.2.4. Регулирование выходного напряжения осуществляется с помощью перемычек при полностью обесточенном трансформаторе.

1.3. Состав изделия.

1.3.1. В состав трансформатора входят:

- активная часть в сборе;
- устройство контроля температуры с комплектом термодатчиков для трансформаторов мощностью от 250 кВА и выше (мощностью до 250 кВА – по заказу);
- система вентиляции (по заказу);
- передвижные ролики, обеспечивающие продольный и поперечный ход для трансформаторов мощностью от 100 кВА и выше;
- кожух (по заказу);
- амортизаторы для колес (по заказу).

1.4. Устройство и работа трансформатора

1.4.1 Активная часть включает следующие составные части:

- остов;
- обмотки НН;
- обмотки ВН;
- комплект перемычек и крепежных изделий для переключения ответвлений обмоток.

1.4.2. Остов состоит из магнитопровода и конструктивных частей, обеспечивающих сборку и прессовку магнитопровода, установку обмоток, и монтаж остальных составных частей трансформатора.

1.4.3. Магнитопровод стержневого типа собран из высококачественной электротехнической стали по методу «Step-lap», что обеспечивает низкий уровень потерь холостого хода и шума.

1.4.4. Обмотки трансформатора многослойные цилиндрические. Обмотки НН изготавливаются из алюминиевой или медной фольги, обмотки ВН из алюминиевой или медной фольги или провода.

Обмотки ВН залиты синтетической смолой под вакуумом, что обеспечивает низкий уровень частичных разрядов, высокую стойкость к коротким замыканиям, высокую электрическую прочность и стойкость по отношению к вредным факторам окружающей среды (влажность, пар, пыль и т.д.).

1.4.5. Выводы ответвлений обмоток и перемычки для переключения находится на боковой части обмоток ВН.

1.4.6. Устройство контроля температуры поставляется в отдельной упаковке в комплекте с элементами крепежа. На верхней балке стороны ВН смонтирована клеммная коробка устройства с подключенными цепями терморезисторов, по одному на каждую фазу трансформатора. Терморезисторы устанавливаются внутрь обмоток НН. Завод рекомендует запрограммировать температуру подачи сигнала перегрева +130 °С, сигнала аварийного отключения +140 °С. Более подробно об устройстве, подключении, настройке и проверке устройства контроля температуры изложено в его инструкции по эксплуатации.

1.4.7. По заказу для защиты от перегрева, а также увеличения допустимой пиковой нагрузки на трансформаторы до 25% устанавливается один комплект вентиляторов, а для увеличения пиковой нагрузки до 40% - два комплекта вентиляторов. Сигнал на включение или выключение вентиляторов подается устройством контроля температуры в зависимости от температуры обмоток НН. Рекомендуемые заводом температуры включения вентиляторов +110 °С, выключения +90 °С.

1.4.8. В верхней части трансформатора закреплены таблички с его техническими данными.

1.4.9. Подъем трансформатора осуществляется за специально предусмотренные для этого четыре отверстия на верхних балках.

1.4.10. Для перемещения трансформаторы снабжены четырьмя съемными катками.

1.4.11. Кожух представляет собой сборную металлическую конструкцию со степенью защиты IP21 (IP31 по заказу) по ГОСТ 14254-80.

Для циркуляции воздуха в кожухе пробиты отверстия и установлены сетчатые рамы. Для подъема собранного трансформатора на крышке кожуха имеются скобы, жестко связанные с остовом трансформатора.

1.5. Упаковка.

1.5.1. Трансформаторы ТСЛ малочувствительны к обычной влажности. Транспортировка на короткое расстояние грузовым транспортом не требует упаковки.

1.5.2. При транспортировке на большие расстояния или морским транспортом трансформаторы упаковывают в пленку и помещают в контейнеры или деревянные ящики.

2. Использование по назначению.

2.1. Эксплуатационные ограничения.

2.1.1. Трансформатор рассчитан на работу с номинальной мощностью при следующих максимальных температурах окружающей среды (согласно стандарту МЭК 76):

- максимальная +40 °С;
- среднесуточная +30 °С;
- среднегодовая +20 °С.

2.1.2. При превышении максимальной температуры окружающей среды выше допустимой номинальная мощность должна быть снижена согласно таблице 1.

Таблица 1

Максимальная температура окружающей среды	Допустимая нагрузка
40	$P_{ном}$
45	$0,97 \times P_{ном}$
50	$0,94 \times P_{ном}$
55	$0,9 \times P_{ном}$

2.1.3. Температура обмоток трансформатора не должна превышать +150°C (изоляция класса F).

2.1.4. Трансформатор допускает продолжительную работу (при мощности не более номинальной) при превышении напряжения на любом из ответвлений обмоток ВН не более 10% от номинального напряжения.

2.1.5. Трансформатор допускает продолжительную нагрузку нейтрали обмоток НН не более 25% для схемы соединения У/Уо-0 и 75% для схемы Д/Ун-11 от номинального тока обмотки НН.

2.2. Подготовка трансформатора к использованию.

2.2.1. Указание мер безопасности.

2.2.1.1. Категорически запрещается:

- производить работы и переключения на трансформаторе, включенном в сеть хотя бы с одной стороны;

- эксплуатировать трансформатор с поврежденными вводами и обмотками;

- включать трансформатор без заземления корпуса;

- эксплуатировать трансформатор при неисправности устройства контроля температуры

2.2.1.2. Трансформатор следует поднимать только за специально предназначенные для этого серьги или отверстия в балках.

2.2.1.3. Дополнительно следует пользоваться следующими нормативными документами:

- правила технической эксплуатации электростанций и сетей (ПТЭ);

- правила устройства электроустановок (ПУЭ);

- правила техники безопасности электроустановок (ПТБ);

- типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий;

2.2.2. Установка трансформатора.

2.2.2.1. Трансформаторы предназначены для установки внутри зданий. При установке необходимо соблюдать требования ПУЭ в части требований к установке силовых трансформаторов, а также других нормативных документов.

2.2.2.2. Помещение должно быть оборудовано системой вытяжной вентиляции, не связанной с другими системами и обеспечивающей достаточное охлаждение трансформатора. В типовом исполнении помещение должно иметь два вентиляционных отверстия на противоположных стенах. Первое, на уровне пола - для притока; противоположное, под потолком - для выхода горячего воздуха.

2.2.2.3. Минимально допустимое расстояние от трансформатора до стен и других предметов не менее 300 мм, до другого трансформатора не менее 500 мм.

2.2.2.4. Удалить упаковочный материал и установить трансформатор неподвижно на место, заблокировав колеса. Для снижения шума и вибраций под колеса целесообразно установить противозумовые подушки.

Запрещается устанавливать трансформатор с демонтированными с нижних балок опорными швеллерами.

2.2.3. Ввод трансформатора в эксплуатацию.

2.2.3.1. Внешним осмотром убедиться в целостности обмоток и соблюдении центровки обмотки ВН относительно обмотки НН.

В случае повреждения или видимого сдвига обмоток немедленно сообщить транспортной компании и предприятию – изготовителю.

2.2.3.2. Тщательно очистить трансформатор ветошью и пылесосом от пыли и смазки. При наличии следов влаги трансформатор просушить.

2.2.3.3. Проверить плотность крепления верхних опор обмоток. Опоры из синтетической резины должны быть слегка сжаты. При необходимости немного подтянуть болты крепления.

2.2.3.4. Проверить и при необходимости подтянуть все винты и болты электрических соединений. Моменты затяжки указаны в таблице приложения 3.

2.2.3.5. Подключить заземление к соответствующей клемме трансформатора.

2.2.3.6. Произвести вводные электрические испытания согласно требованиям ПУЭ в части норм приемосдаточных испытаний на вновь введенное в эксплуатацию оборудование:

- измерить сопротивление изоляции по отношению к корпусу и между собой.

Сопротивление изоляции при температуре 20-30 °С должно быть для обмотки НН - не менее 100 МОм, для обмотки ВН - не менее 500 Мом. При его пониженном значении трансформатор тщательно просушить;

- произвести испытания трансформатора повышенным напряжением промышленной частоты. Испытательное напряжение обмотки НН 0,4 кВ - 2,7 кВ, обмоток ВН 6 кВ - 15,4 кВ, обмоток ВН 10кВ – 21,6 кВ;

- измерить сопротивление обмоток постоянному току на всех ответвлениях. Сопротивление должно отличаться не более чем на 2 % сопротивления, полученного на таком же ответвлении других фаз;

- произвести проверку коэффициента трансформации на всех ступенях переключения. Коэффициент трансформации должен отличаться не более чем на 2% значений, полученных на том же ответвлении на других фазах;

- измерить потери холостого хода. Измерения проводятся у трансформаторов мощностью 1000 кВА и более при напряжении, подводимом к обмотке низшего напряжения и равном указанному в протоколе заводских испытаний (паспорте). Потери не должны отличаться от приведенных в протоколе заводских испытаний (паспорте) более чем на 5 %.

2.2.3.7. Подсоединить соответствующими шинами или кабелями первичные и вторичные обмотки трансформатора.

2.2.3.8. Произвести монтаж и проверить систему контроля температуры. Проверку функционирования системы осуществить путем размыкания цепей терморезисторов.

2.2.3.9. Смонтировать и проверить систему вентиляции (если она входит в поставку). Проверку функционирования осуществить путем размыкания цепи терморезистора. Убедиться в правильном направлении вращения лопастей вентилятора.

2.2.3.10. Произвести 3-5-кратное включение трансформатора толчком на номинальное напряжение и выдержать на холостом ходу в течение 30 мин., одновременно производя прослушивание и наблюдение за его состоянием.

2.2.3.11. Включение на номинальный режим работы при температуре окружающей среды ниже -25°С допускается после предварительного нагрева обмоток до температуры -25°С нагрузкой не более 30% от номинальной.

2.2.4. Эксплуатация изделия.

2.2.4.1. При эксплуатации строго соблюдать вышеуказанные требования безопасности.

2.2.4.2. Порядок работы при регулировке напряжения:

- отключить трансформатор от сети как со стороны высокого, так и низкого напряжения;
- в зависимости от величины первичного напряжения замкнуть соответствующие контакты согласно таблице 2.

Таблица 2

Первичное напряжение	U _{ном} – 5,0%	U _{ном} -2,5%	U _{ном}	U _{ном} + 2,5%	U _{ном} + 5,0%
Положение переключателя	4-8	5-8	4-7	5-7	6-7

2.2.4.3. Не рекомендуется эксплуатировать трансформатор при частом появлении сигнала перегрева. Для предотвращения перегрева необходимо улучшить охлаждение трансформатора или уменьшить нагрузку.

3. Техническое обслуживание

3.1. В процессе эксплуатации постоянно контролировать величины тока нагрузки и напряжения, одновременно проводя внешний осмотр на предмет отсутствия внешних повреждений трансформатора.

3.2. Каждые 6 месяцев необходимо проводить следующие мероприятия:

- очистить от пыли поверхность с помощью пылесоса, ветоши и сухого воздуха;
- убедиться в отсутствии механических повреждений изоляции и лакокрасочных покрытий;
- проверить и при необходимости прочистить каналы охлаждения внутри обмоток;
- проверить и при необходимости подтянуть все болты и гайки электрических соединений (усилие затяжки приведены в приложении 4);
- проверить надежность крепления обмоток трансформатора и при необходимости протянуть болты крепления;
- проверить работу устройств контроля путем разрыва цепей терморезисторов в клеммной коробке. При проверке сопротивления терморезисторов напряжение измерительного прибора не должно превышать 2,5 В;
- при установленной системе вентиляции проверить ее работу и исправность.

3.3. При сильном загрязнении интервал между техническими обслуживаниями следует соответственно сократить.

4. Текущий ремонт

4.1. При возникновении по каким-либо причинам неисправностей обслуживающий персонал должен своевременно их обнаружить и устранить.

Текущий ремонт трансформаторов производить в сроки, оговоренные действующими "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей".

4.2. Ремонт системы защиты от перегрева выполняется путем замены неисправного элемента. После ремонта следует провести полную проверку системы.

5. Хранение

5.1. После доставки трансформатора и его выгрузки не позднее чем через 10 дней произвести внешний осмотр трансформатора. После произвести его подготовку в работе или подготовить для хранения.

5.2. Трансформатор хранить в закрытом вентилируемом помещении. При хранении все детали должны быть предохранены от возможности механического повреждения, загрязнения и других внешних воздействий.

5.3. В случае использования пластиковой пленки для накрытия трансформатора принять меры по предотвращению образования конденсата, например, за счет надлежащей вентиляции.

5.4. Минимальная допустимая температура при транспортировании и хранении трансформаторов климатического исполнения УЗ должна быть не менее -40°C., а климатического исполнения УХЛЗ - 60°C.

6. Транспортировка

6.1. Перевозка трансформатора осуществляется железнодорожным, автомобильным или иным видом транспорта. При транспортировке трансформаторов по дорогам общего пользования разрешается использовать только грузовые автомобили с пневматической подвеской. Ускорение движения при транспортировке не должны превышать 0,8 g в направлении движения и 0,5 g в поперечном направлении.

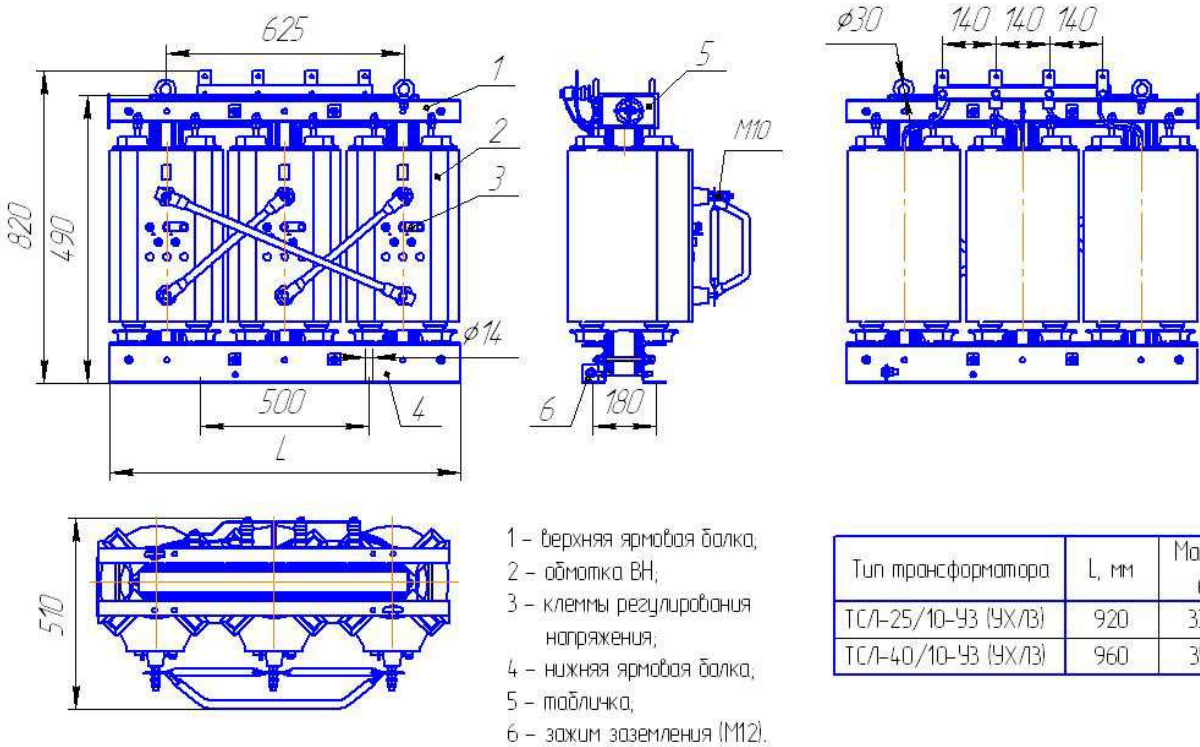
6.2. При транспортировке на короткие расстояния грузовым автомобилем установить подставку трансформатора на деревянные брусья, зафиксировав их от скольжения. Трансформатор закрепить растяжками, используя предусмотренные 4 отверстия в верхних балках. Угол наклона растяжек должен быть не менее 30°.

6.3. Погрузочно-разгрузочные работы необходимо выполнять соответствующим оборудованием с соблюдением необходимых мер безопасности. Трансформатор следует поднимать только за специально предназначенные для этого серьги или отверстия в балках, используя все четыре отверстия.

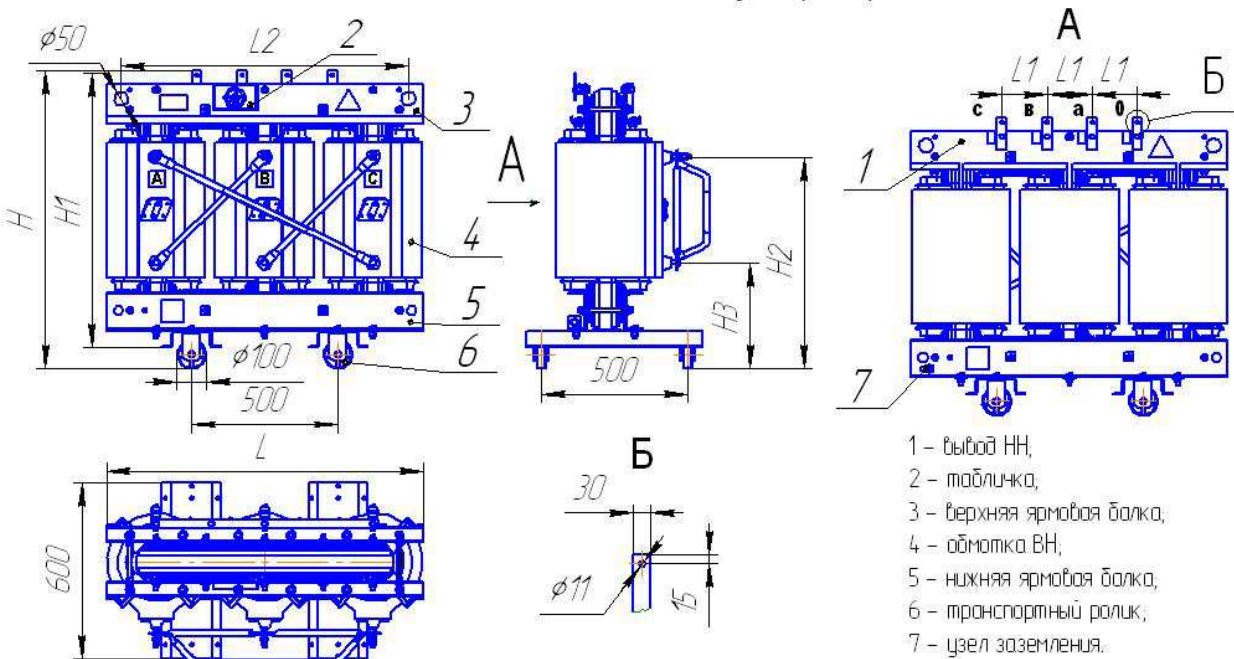
6.4. Трансформатор запрещается бросать и подвергать резким толчкам или ударам.

6.5. При перемещении трансформатора по поверхности следует предусмотреть направляющие для колес.

Конструкция, габаритные и присоединительные размеры сухих трансформаторов с литой изоляцией типа ТСЛ без защитного кожуха (IP00) мощностью 25-40 кВ·А

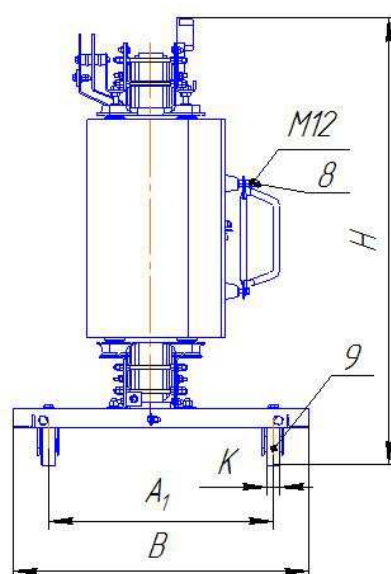
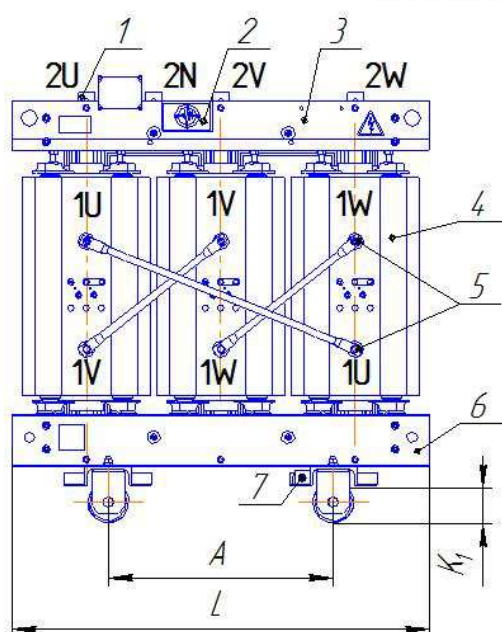


Конструкция, габаритные и присоединительные размеры сухих трансформаторов с литой изоляцией типа ТСЛ без защитного кожуха (IP00) мощностью 63-160 кВ·А



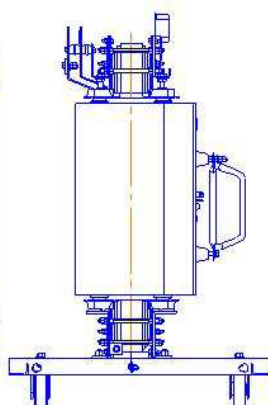
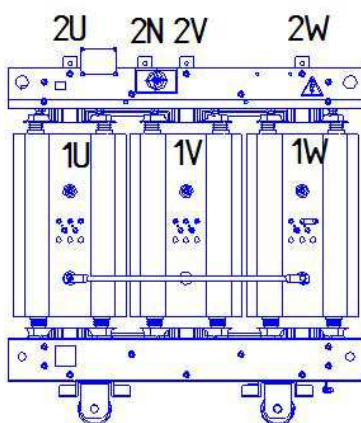
Тип трансформатора	Размеры, мм							Масса, кг
	L	L1	L2	H	H1	H2	H3	
ТСЛ-63/10-УХЛ2	1020	140	920	940	850	640	360	490
ТСЛ-100/10-УХЛ2	1040	140	940	1030	940	640	360	540
ТСЛ-160/10-УХЛ2	1060	360	960	1030	940	670	390	610

Конструкция, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТСЛ мощностью 250...2500 кВ·А со схемой соединения Д/Ун-11

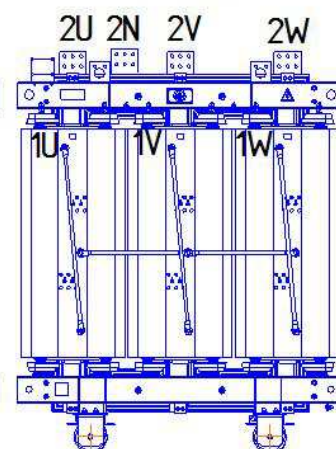
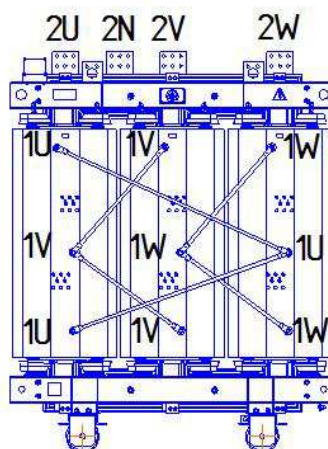


- 1 – вывод НН;
- 2 – табличка;
- 3 – верхняя яровая балка;
- 4 – обмотка ВН;
- 5 – клеммы регулирования напряжения;
- 6 – нижняя яровая балка;
- 7 – узел заземления;
- 8 – вывод ВН;
- 9 – транспортный ролик.

Трансформаторы типа ТСЛ мощностью 250...1600 кВ·А со схемой соединения У/Ун-0

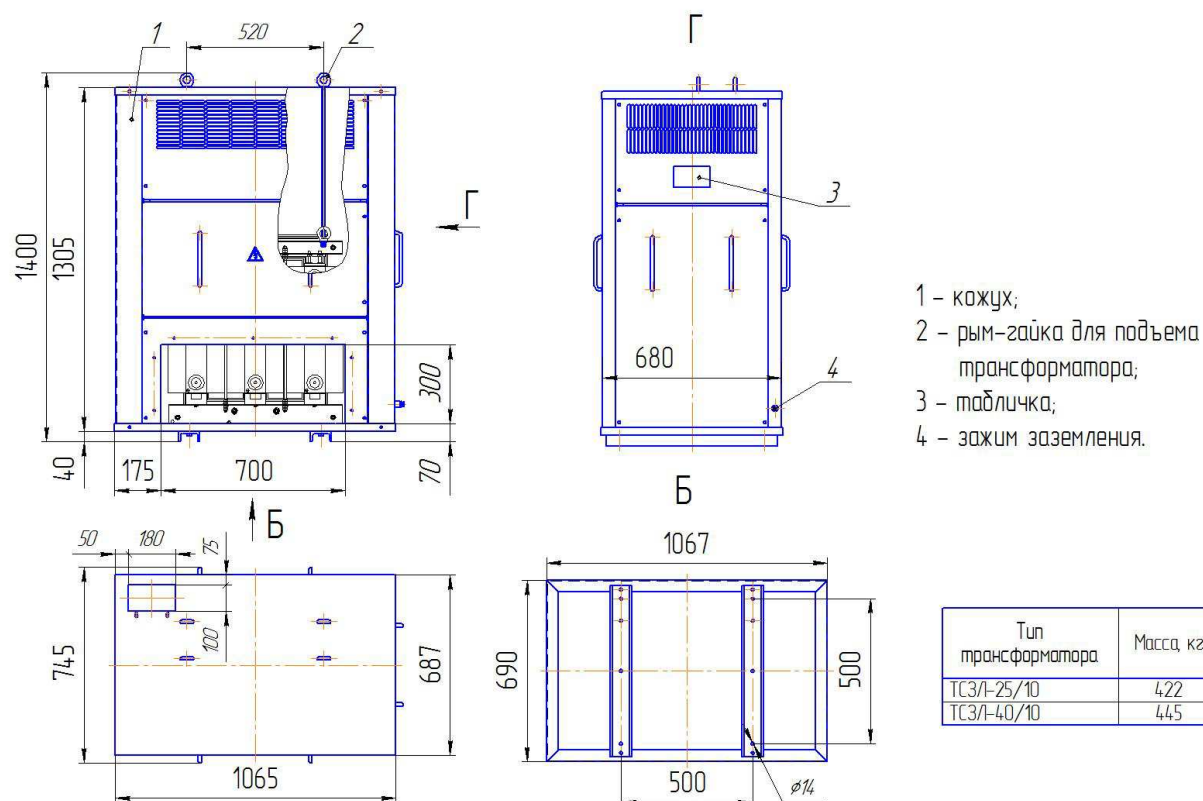


Трансформатор ТСЛ-2000...2500/10 со схемой соединения: Д/Ун-11 У/Ун-0

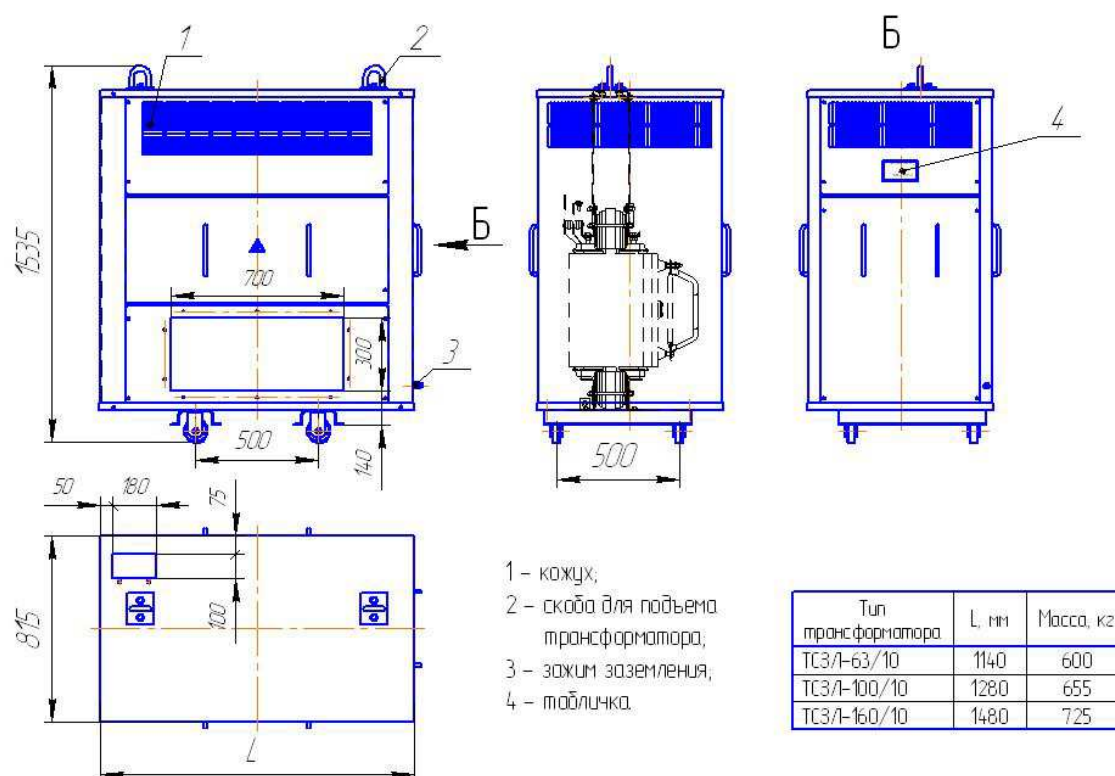


Тип трансформатора	ТСЛ-250/10	ТСЛ-315/10	ТСЛ-400/10	ТСЛ-630/10	ТСЛ-1000/10	ТСЛ-1250/10	ТСЛ-1600/10	ТСЛ-2000/10	ТСЛ-2500/10
Габаритные размеры, мм									
длина (L)	1240	1240	1300	1400	1500	1660	1680	1890	1960
ширина (B)	820	820	820	820	1000	1000	1000	1270	1270
высота (H)	1275	1300	1320	1450	1820	2030	2040	2171	2420
Габаритные размеры ходовой части, мм									
ширина ролика (K)	40	40	40	40	45	45	45	50	50
диаметр ролика (K1)	125	125	125	125	150	150	150	200	200
расстояние между средними линиями роликов (A/A1)	670/670	670/670	670/670	670/670	820/820	820/820	820/820	1070/1070	1070/1070
Масса, кг	950	1050	1200	1650	2310	2700	3010, 4300(сш)	4070	5300

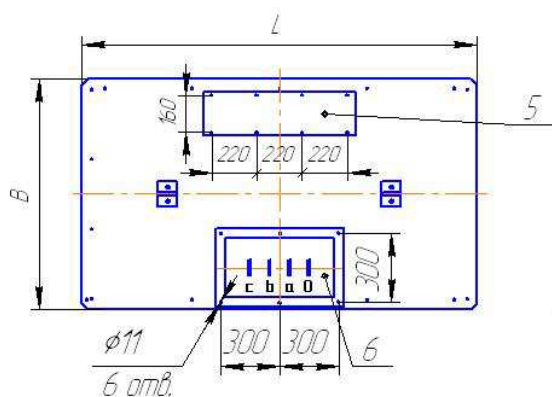
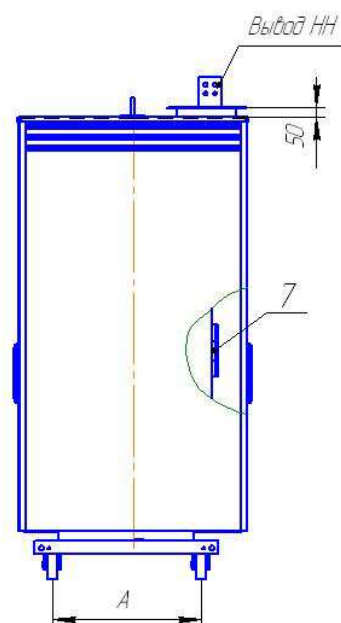
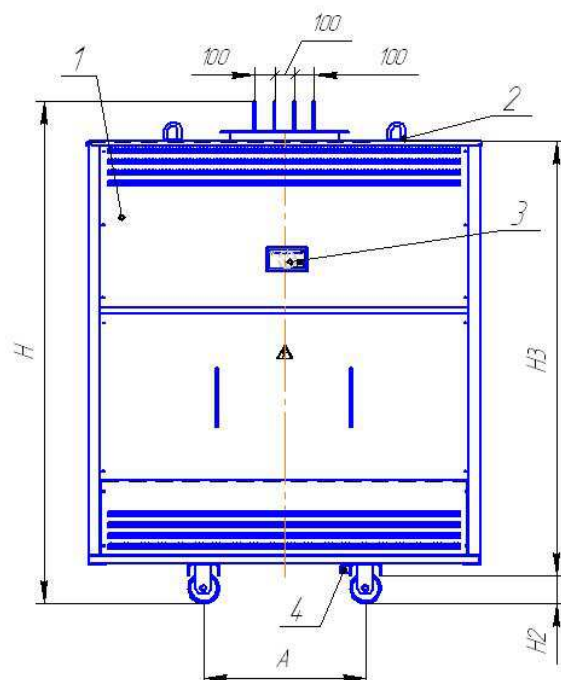
Конструкция, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТСЗЛ мощностью 25...40 кВ·А



Конструкция, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТСЗЛ мощностью 63...160 кВ·А



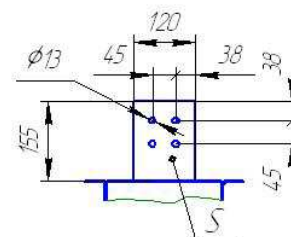
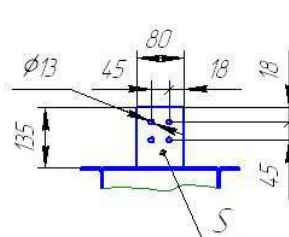
Конструкция, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТСЗЛ мощностью 250...2500 кВ·А с шинными выводами НН на крыше



Вывод НН

250 кВ А
400 кВ А
630 кВ А

1000 кВ А
1250 кВ А
1600 кВ А
2500 кВ А (в 2 шины)



Тип трансформатора	Размеры, мм							Масса, кг
	L	B	H	H2	H3	A	S	
ТСЗЛ-250/10-У3	1700	1020	2220	110	1925	670	6	1165
ТСЗЛ-400/10-У3							8	1415
ТСЗЛ-630/10-У3							8	1865
ТСЗЛ-1000/10-У3	2000	1170	2235	145	1885	820	10	2550
ТСЗЛ-1250/10-У3							10	2990
ТСЗЛ-1600/10-У3							10	3600
ТСЗЛ-2500/10-У3	2440	1270	2880	160	2515	1070	10	5600

- 1 – кожух;
- 2 – скоба для подъема трансформатора;
- 3 – табличка;
- 4 – зажим заземления;
- 5 – съемная панель для вводов ВН;
- 6 – вывод НН;
- 7 – клеммы регулирования напряжения.

Приложение 3.

Моменты затяжки резьбовых соединений (без смазочного материала).

Таблица 1. Моменты затяжки для медных соединительных шин.

Размер резьбы	Момент затяжки, Нм
M10	40
M12	70
M16	140

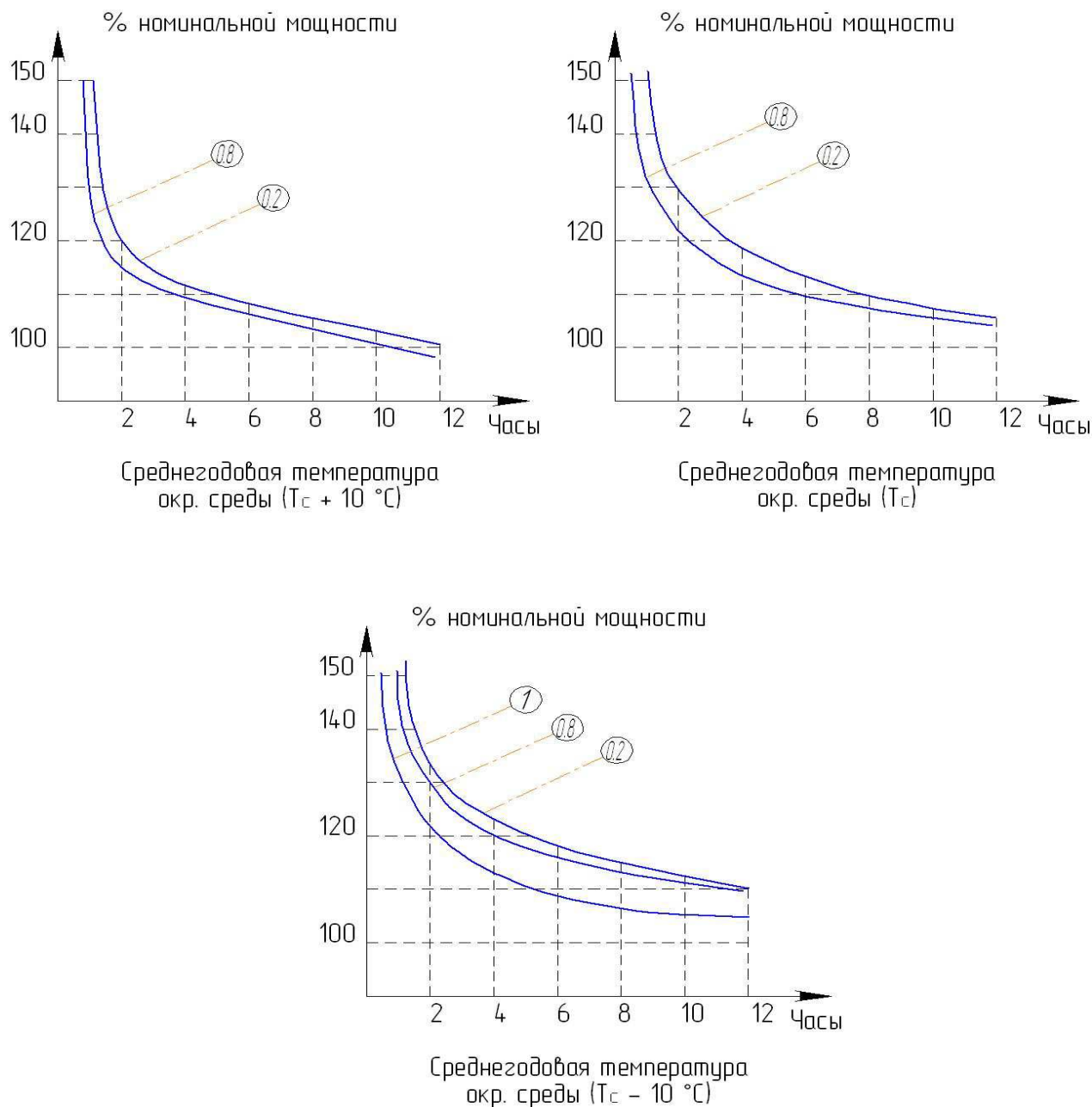
Таблица 2. Моменты затяжки резьбовых соединений для перемычек и резьбовых втулок ответвлений обмоток.

Размер резьбы	Момент затяжки, Нм
M8	10
M10	20
M12	35

Приложение 4.

ПЕРЕГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ

Допустимые временные перегрузки для ежедневного цикла работы



$$где \textcircled{K} = \frac{\text{нагрузка}}{\text{номинальная мощность}}$$

Трансформаторы рассчитаны на работу с номинальной мощностью при температурах окружающей среды, определяемых по ГОСТ Р 52719-2007 и стандартом IEC 60076:

- максимальная температура – 40 °С;
- среднесуточная – максимум 30 °С;
- среднегодовая – максимум 20 °С.

Допустимые кратковременные перегрузки

