Производственное республиканское унитарное предприятие
“МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД ИМЕНИ В.И. КОЗЛОВА”

002

РБ01

ОКП 34 1111
ОКП РБ 31.10.41.350

ТРАНСФОРМАТОРЫ СЕРИИ ТМ, ТМСУ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЯ ДО 15 КВ

Руководство по эксплуатации

ВИЕЛ.672133.005 РЭ

Настоящее руководство по эксплуатации является документом, содержащим сведения о конструкции, характеристиках и указания для правильной и безопасной эксплуатации, технического обслуживания, транспортирования и хранения трансформаторов.

В связи с постоянным совершенствованием конструкции и технологии изготовления изделий в настоящем руководстве по эксплуатации могут иметь место отдельные расхождения между описанием и изделием, не влияющие на работоспособность, технические характеристики и установочные размеры изделия.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Описание и работа	4
1.1 Назначение изделий	4
1.2 Технические характеристики	5
1.3 Состав изделий	5
1.4 Устройство и работа трансформаторов	5
1.5 Контрольно-измерительные приборы	12
1.6 Маркировка и пломбирование	12
1.7 Упаковка	12
2 Использование изделий	13
2.1 Подготовка изделия к использованию	13
2.1.1 Меры безопасности	13
2.1.2 Подготовка трансформатора к работе	14
2.1.3 Определение характеристик изоляции	15
2.1.4 Эксплуатация трансформатора	16
3 Техническое обслуживание	23
4 Хранение и транспортирование	26
5 Утилизация	26

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение изделий

1.1.1 Трансформаторы серии ТМ мощностью 25-63 кВ·А классов напряжения до 15 кВ и ТМСУ мощностью 25,40 кВ·А классов напряжения до 10 кВ силовые трехфазные понижающие с естественным масляным охлаждением, с переключением ответвлений обмоток без возбуждения (в дальнейшем именуемые «трансформаторы»), включаемые в сеть переменного тока частотой 50 Гц, предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии.

Трансформаторы ТМСУ предназначены для сетей и потребителей с повышенными требованиями к симметричности фазных напряжений при неравномерной нагрузке фаз.

1.1.2 Трансформаторы предназначены для эксплуатации в районах с умеренным или холодным климатом при:

- невзрывоопасной, не содержащей токопроводящей пыли окружающей среде;
- высоте установки над уровнем моря не более 1000 м.

Трансформаторы не предназначены для работы в условиях тряски, вибрации, ударов, в химически активной среде.

Режим работы – длительный. Температура окружающего воздуха для трансформаторов, предназначенных для работы в условиях умеренного климата (исполнение У) – от минус 45 до плюс 40° С, для трансформаторов исполнения ХЛ (исполнение для холодного климата) – от минус 60 до плюс 40° С.

Категория размещения трансформаторов – 1 по ГОСТ 15150-69.

Трансформаторы допускают эксплуатацию в условиях категорий размещения 2,3,4 по ГОСТ 15150-69.

1.1.3 Условное обозначение типов трансформаторов:

ТМ – трехфазный с естественным масляным охлаждением, двухобмоточный, переключаемый без возбуждения; после буквенного обозначения цифрами указывается номинальная мощность трансформатора в кВ·А, наибольший класс напряжения стороны ВН в кВ, климатическое исполнение и категория размещения;

ТМСУ – трехфазный с естественным масляным охлаждением, двухобмоточный, переключаемый без возбуждения, с симметрирующим устройством; после буквенного обозначения цифрами указывается номинальная мощность трансформатора в кВ·А, наибольший класс напряжения стороны ВН в кВ, климатическое исполнение и категория размещения.

1.1.4 Применяемые в руководстве сокращения:

– ВН – высшее напряжение трансформатора;

– НН – низшее напряжение трансформатора.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Значения номинальной мощности, номинальных напряжений на всех ответвлениях, номинальных токов, напряжения короткого замыкания, тока холостого хода, потерь холостого хода и короткого замыкания, а также схема и группа соединения обмоток, другие технические данные указаны в паспорте трансформатора. Первый знак в обозначении схемы и группы соединения обмоток относится к обмотке ВН.

1.2.2 Общий вид трансформатора и его составных частей, габаритные, установочные и присоединительные размеры, характеристики масс трансформатора и его составных частей в соответствии с рисунками 1-3 и таблицами 1-2.

1.2.3 Регулирование напряжения осуществляется переключением без возбуждения (ПБВ).

Для регулирования напряжения трансформатор снабжен переключателем ответвлений обмоток ВН, позволяющим регулировать напряжение в пределах до ±5 % ступенями по 2,5 % .

Тип переключателя при диапазоне регулирования :

от минус 5 до +2,5 % - ПТРЛ-У-10/25-4-88УХЛ1,

±5 % - ПТРЛ-У-10/25-5-85УХЛ1.

1.3 Состав изделий

1.3.1 По заказу потребителя трансформаторы могут поставляться с пробивным предохранителем.

1.4 Устройство и работа трансформатора

1.4.1 Трансформатор состоит из активной части, бака, расширителя, крышки с вводами ВН и НН и выведенным на крышку приводом переключателя.

1.4.2 Трансформатор заполнен трансформаторным маслом , имеющим пробивное напряжение не менее 40 кВ.

1.4.3 Активная часть жестко соединена с крышкой бака и состоит из магнитопровода с обмотками, нижних и верхних ярмовых балок, отводов ВН и НН, переключателя ответвлений обмоток.

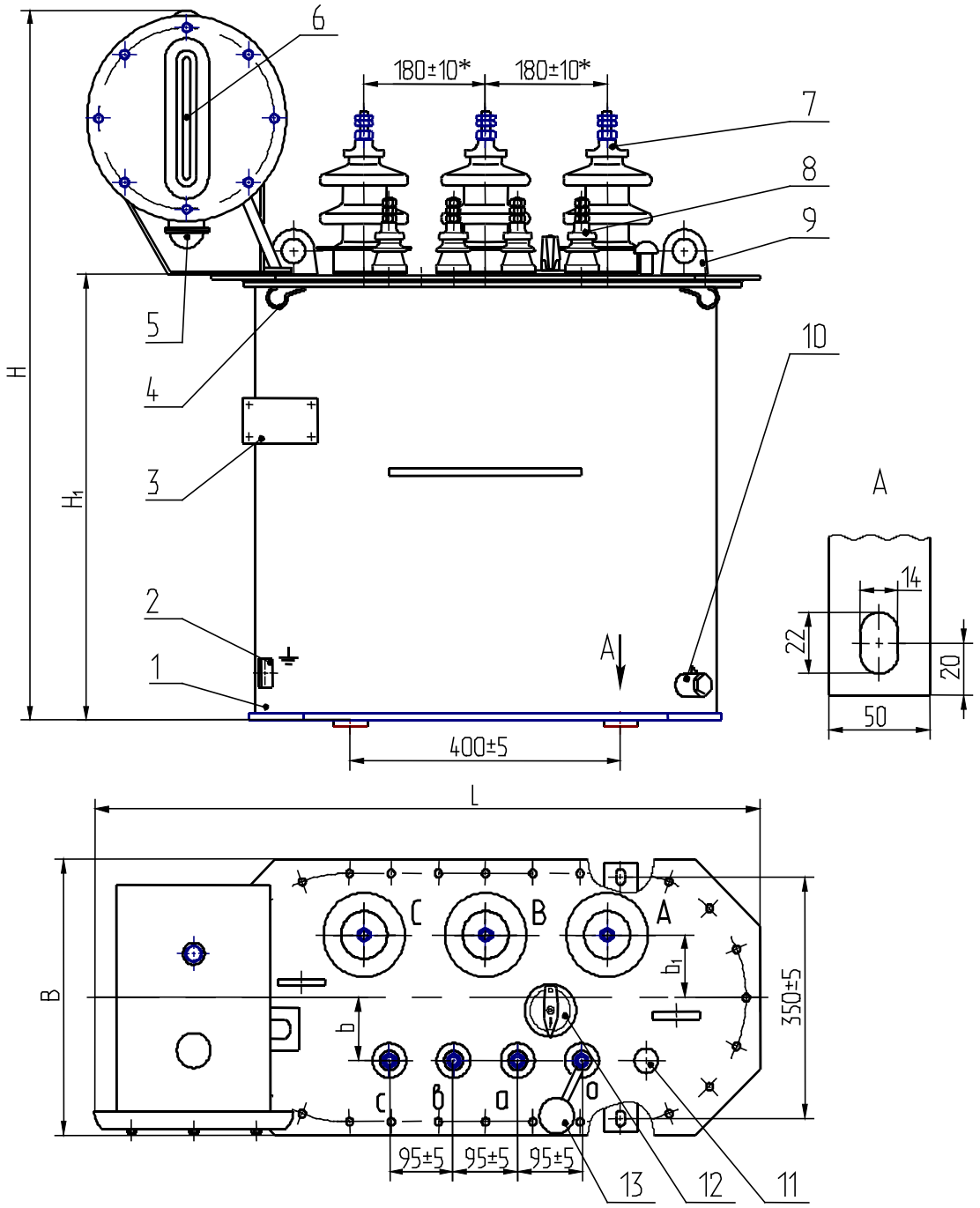
1.4.4 Магнитопровод трансформатора стержневого типа собран из холоднокатаной электротехнической стали.

1.4.5 Обмотки многослойные цилиндрические.

1.4.6. Схема подсоединения обмотки симметрирующего устройства в трансформаторах ТМСУ в соответствии с рисунком 4.

1.4.7 Отводы ВН выполнены из провода, отводы НН – из шины.

1.4.8 Конструкция вводов ВН и НН обеспечивает присоединение со стороны потребителя медных или медно-алюминиевых пластин (шин) без средств стабилизации контактного давления согласно ГОСТ 10434-82.



1 –бак; 2-зажим заземления; 3-табличка; 4-скоба для крепления при транспортировании; 5-воздухоосушитель; 6- маслоуказатель; 7- ввод ВН; 8- ввод НН;9- серьга для подъема трансформатора; 10- пробка сливная; 11- карман термометра; 12- переключатель; 13- пробивной предохранитель (устанавливается по заказу потребителя)

Рисунок 1 – Общий вид трансформатора

---

* Для трансформаторов класса напряжения 15 кВ размер равен 270 ±10

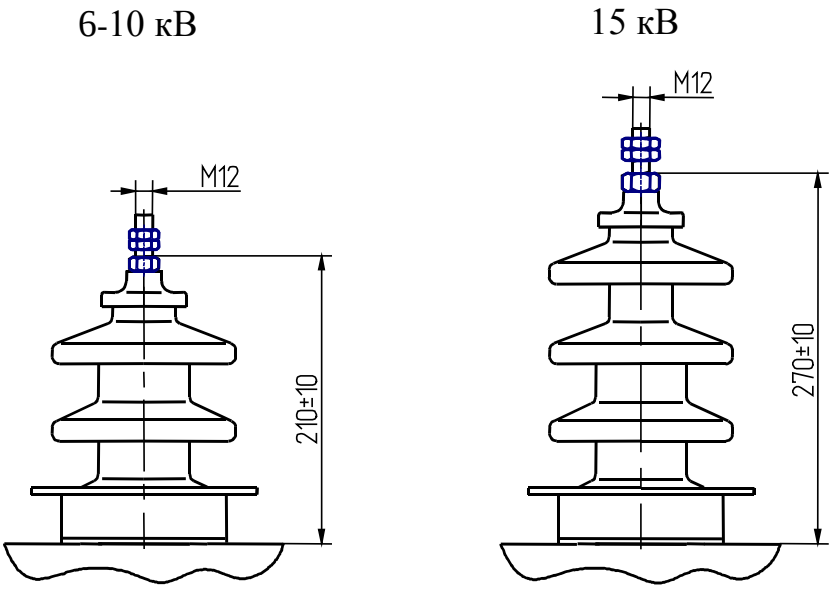


Рисунок 2 – Ввод ВН

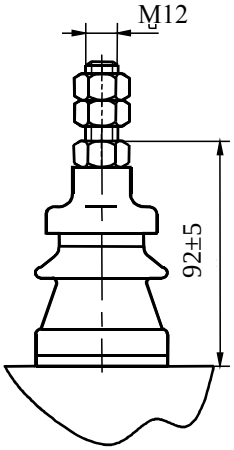


Рисунок 3 – Ввод НН

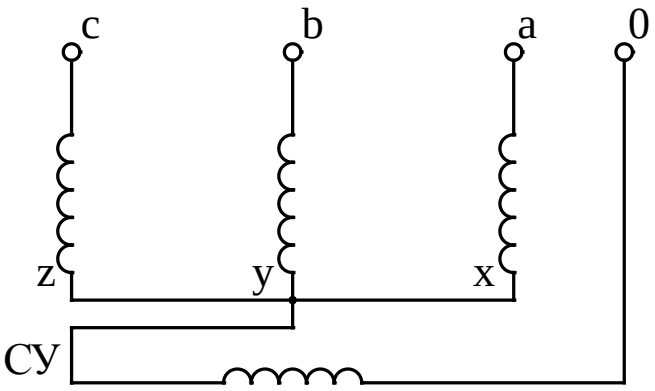
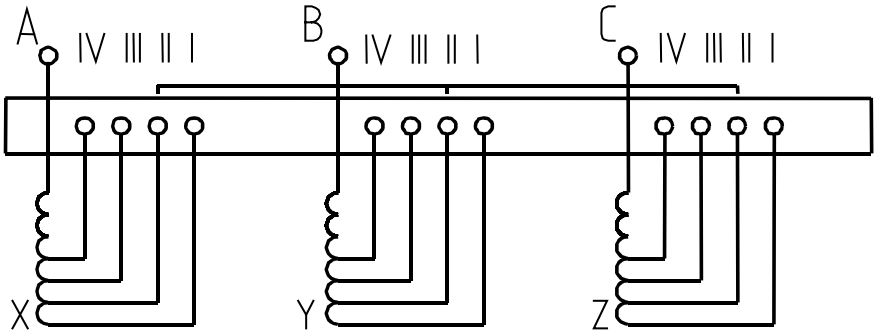


Рисунок 4- Схема подсоединения обмотки симметрирующего устройства (СУ) к обмоткам НН

с диапазоном регулирования от минус 2×2,5 до +2,5 %



с диапазоном регулирования ± 2×2,5 %

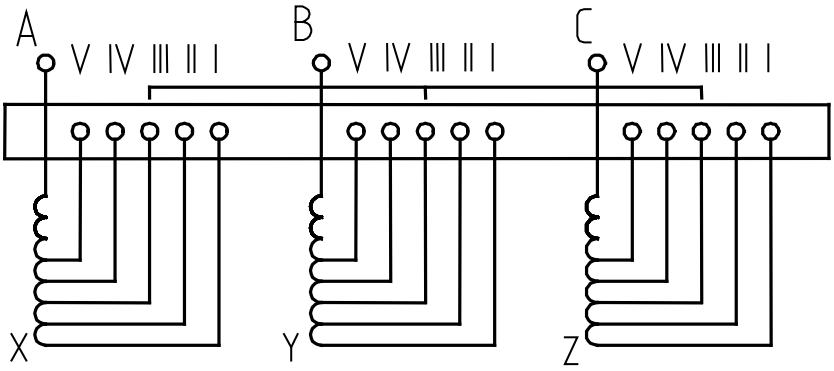
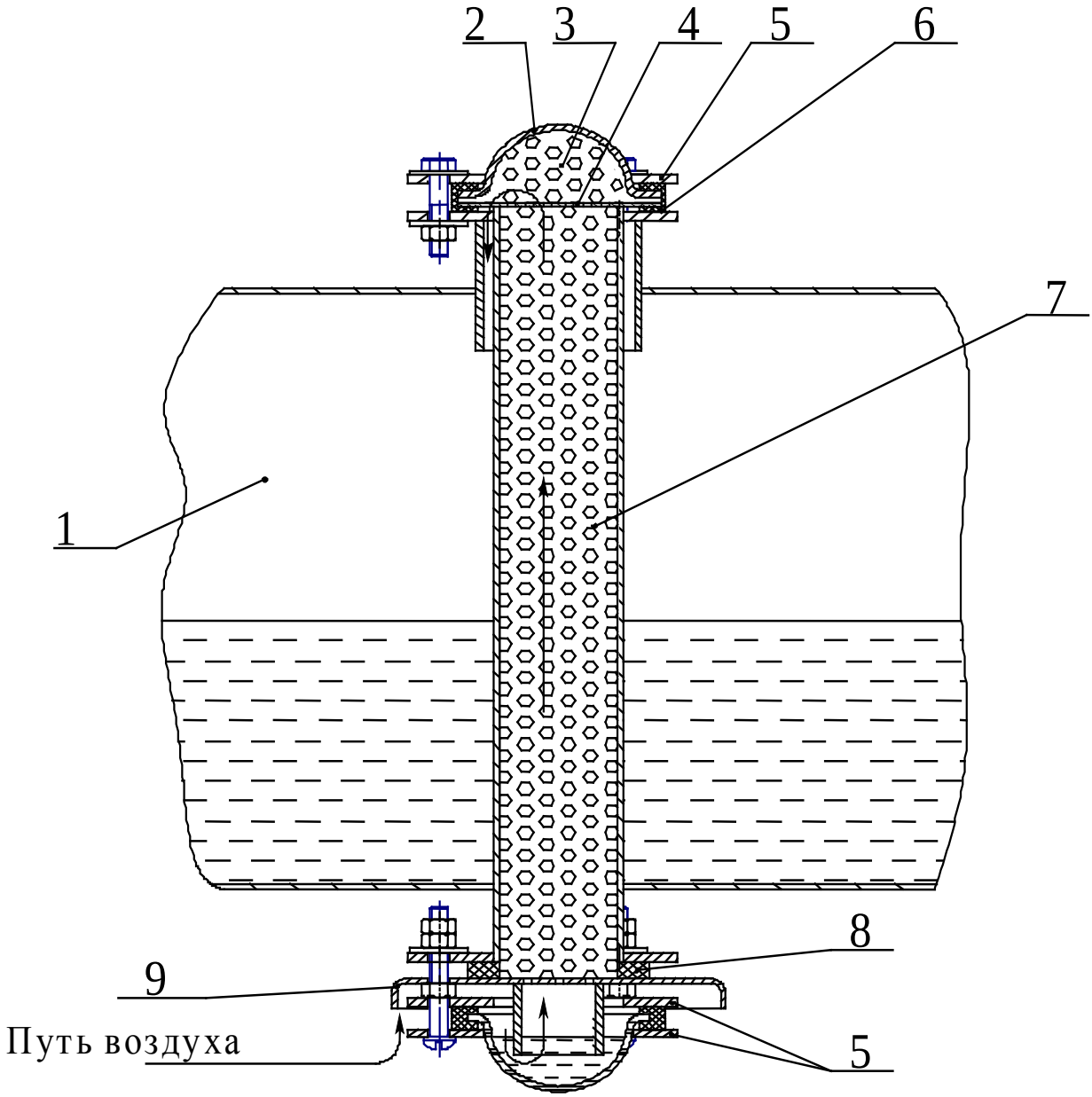


Рисунок 5- Схема подсоединения ответвлений обмотки ВН к переключателю



1- труба расширителя; 2- прозрачный колпак; 3- силикагель-индикатор; 4- решетка; 5 - фланец; 6- уплотнение; 7- сорбент; 8- уплотнение; 9- корпус масляного затвора

Рисунок 6 – Воздухоосушитель

Таблица 1- Габаритные и присоединительные размеры

В миллиметрах

Тип трансформатора	L	B	H	H_1	b	b_1
ТМ-25/10-У1 ТМ-25/10-УХЛ1	1050 max	410 max	1060 max	650 max	90±5	90±10
ТМ-25/15-У1	1105 max					
ТМ-40/10-У1 ТМ-40/10-УХЛ1	1070 max	420 max	1135 max	730max	90±5	90±10
ТМ-40/15-У1	1130 max					
ТМ-63/10-У1 ТМ-63/10-УХЛ1	1060 max	660 max	1190 max	770 max	100±5	100±10
ТМ-63/15-У1	1140 max					
ТМСУ-25/10-У1	1050 max	410 max	1060 max	650 max	90±5	90±10
ТМСУ-40/10-У1	1070 max	420 max	1135 max	730 max	90±5	90±10

Таблица 2 - Характеристики масс трансформаторов

Тип трансформатора	Масса, кг		
	активной части с крышкой	масла	Полная
ТМ-25/10-У1 ТМ-25/10-ХЛ1	170	72	260
ТМ-25/15-У1			
ТМ-40/10-У1 ТМ-40/10-ХЛ1	205	89	317
ТМ-40/15-У1			
ТМ-63/10-У1 ТМ-63/10-ХЛ1	275	110	420
ТМ-63/15-У1			
ТМСУ-25/10-У1	170	72	260
ТМСУ-40/10-У1	205	89	317

Примечания

1 Предельное отклонение полной массы трансформатора +10 %. Значение этой характеристики снизу не ограничено.

2 Для массы активной части с крышкой и массы масла указаны ориентировочные значения.

1.4.9 Вверху активной части размещен переключатель ответвлений обмоток ВН.

1.4.10 Переключатель предназначен для регулирования напряжения без возбуждения (ПБВ) путем соединения соответствующих ответвлений обмоток ВН.

Конструктивно переключатель представляет собой две рейки, на одной из которых закреплены неподвижные, а на другой – подвижные контакты.

К неподвижным контактам присоединены регулировочные отводы обмоток ВН в соответствии с рисунком 5.

При вращении рукоятки привода переключателя передвигается рейка с подвижными контактами, которые замыкают соответствующие неподвижные контакты с присоединенными к ним регулировочными отводами обмоток трансформатора.

Фиксация положения переключателя осуществляется специальным фиксирующим устройством, расположенным в приводе внутри бака трансформатора, а также винтом фиксации с контргайкой, расположенными в рукоятке привода.

1.4.11 Бак трансформатора сварной, овальной (в плане) формы.

В верхней части бака имеются скобы для крепления трансформатора во время транспортирования, в нижней части – узел заземления и сливная пробка.

Ко дну бака приварены пластины с отверстиями для крепления трансформатора на фундаменте.

К стенке бака приварена пластина, на которой установлена табличка с техническими характеристиками трансформатора.

На бак трансформатора ТМ-63 устанавливаются радиаторы.

1.4.12 На крышке трансформатора смонтированы:

- вводы ВН и НН;
- привод переключателя;
- пробивной предохранитель (в случае заказа потребителем);
- серьги для подъема собранного и заполненного маслом трансформатора;
- карман термометра;
- расширитель с маслоуказателем и воздухоосушителем.

1.4.13 Пробивной предохранитель, поставляемый по заказу потребителя, предназначен для защиты сети низшего напряжения от попадания повышенного потенциала.

1.4.14 Расширитель предназначен для компенсации температурных изменений объёма масла, происходящих в процессе эксплуатации трансформатора. В нижней части расширителя имеется пробка для удаления осадков и отстоя масла.

1.4.15 Воздухоосушитель (в соответствии с рисунком 6) предназначен для предотвращения попадания в трансформатор влаги и промышленных загрязнений, поступающих вместе с воздухом при температурных колебаниях уровня масла.

Конструктивно воздухоосушитель представляет собой трубу, заполненную силикагелем или другим сорбентом, поглощающим влагу из поступающего внутрь расширителя воздуха.

В верхней части трубы имеется прозрачный колпак, заполненный силикагелем-индикатором, который при увлажнении силикагеля или другого сорбента в трубе воздухоосушителя меняет свой цвет с голубого на розовый.

В нижней части трубы имеется масляный затвор в виде колпака, заполненного трансформаторным маслом (трансформаторное масло заливается в колпак перед вводом трансформатора в эксплуатацию). Масляный затвор очищает засасываемый внутрь расширителя воздух от пыли и других механических примесей.

При транспортировке трансформатора возможно попадание масла в воздухоосушитель, это не является производственным дефектом. В процессе эксплуатации попадание масла в воздухоосушитель исключено.

1.4.16 Для обеспечения уплотнений разъемных частей трансформатора применена маслостойкая резина.

1.5 Контрольно-измерительные приборы

1.5.1 Для измерения температуры верхних слоев масла в баке на крышке трансформатора предусмотрен карман для установки термометра.

1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 Маркировка

1.6.1.1 Трансформаторы снабжаются табличкой с техническими характеристиками трансформатора.

1.6.1.2 Обозначение фаз расположено на крышке у вводов НН и ВН.

1.6.1.3 Место заземления обозначено знаком заземления по ГОСТ 21130-75.

1.6.2 Пломбирование

1.6.2.1 Пломбирование бака трансформатора осуществляется путем установки пломбы на болтах, крепящих крышку с рамой бака.

1.6.2.2 Пломбируется пробка слива масла.

1.6.2.3 При нарушении целостности пломб (кроме пломбы на сливной пробке, которая снимается при отборе пробы масла и заменяется новой) предприятие-изготовитель снимает установленные гарантии.

1.7 Упаковка

На время транспортирования:

- эксплуатационная документация, комплект сорбента в герметичной упаковке укладываются в полиэтиленовый мешочек и крепятся к вводам.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

2.1 Подготовка изделий к использованию

2.1.1 Меры безопасности

2.1.1.1 Трансформаторы относятся к высоковольтным электрическим установкам, поэтому при монтаже и эксплуатации необходимо соблюдать все нормы и правила технической эксплуатации электроустановок.

2.1.1.2 Трансформатор и его активную часть необходимо поднимать только за специально предназначенные для этой цели детали:

-трансформатор в сборе и активную часть с крышкой – за серьги, расположенные на крышке;

-активную часть без крышки – за пластины с отверстиями, расположенные на верхних ярмовых балках.

2.1.1.3 Категорически запрещается:

-поднимать трансформатор за скобы, приваренные к раме бака и служащие для крепления изделия при транспортировании;

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

-пользоваться переключателем без ознакомления с настоящим руководством по эксплуатации;

-оставлять переключатель в промежуточном положении и без фиксации его рукоятки;

-эксплуатировать трансформатор с поврежденными изоляторами (трещинами, сколами);

-включать трансформатор без заземления бака.

2.1.1.4 При обслуживании трансформатора необходимо учитывать, что трансформаторное масло является легковоспламеняющейся жидкостью, имеет высокую температуру горения и трудно поддается тушению. Поэтому все работы, и особенно связанные со сваркой, электропайкой следует производить в соответствии с предусмотренными противопожарными правилами.

2.1.1.5 Дополнительно при эксплуатации трансформатора и подготовке к работе необходимо руководствоваться следующими действующими документами:

- Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок;

- Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий;

- Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

2.1.2 Подготовка трансформатора к работе

2.1.2.1 Трансформатор вводится в эксплуатацию без ревизии.

2.1.2.2 Перед включением трансформатора следует выполнить следующие работы:

а) произвести внешний осмотр трансформатора, убедиться в целостности всех узлов, отсутствии сколов и трещин на изоляторах, проверить крепления маслоуплотнительных соединений. При обнаружении ослабления крепления маслоуплотнительных соединений, течи масла из-под прокладок или пробок подтянуть пробки и гайки соединений;

б) при необходимости отрегулировать уровень масла в расширителе. При установившейся температуре масла в неработающем трансформаторе уровень масла в расширителе по маслоуказателю должен соответствовать температуре окружающего воздуха;

в) заземлить бак трансформатора;

г) протереть изоляторы ветошью, смоченной бензином, а затем сухой;

д) произвести испытания электрической прочности масла (электрическая прочность масла, взятого из нижней пробки бака трансформатора при температуре выше 0° С, должна быть не менее 25 кВ. Если пробивное напряжение масла окажется ниже 25 кВ, то необходимо до включения трансформатора в эксплуатацию повысить пробивное напряжение масла путем сепарации или другим способом). После взятия пробы масла сливную пробку опломбировать;

е) замерить сопротивление обмоток постоянному току;

ж) определить сопротивление изоляции:

НН – бак, ВН; ВН – бак, НН.

Измерения производить в соответствии с разделом 2.1.3 настоящего руководства;

и) убедиться, что переключатель установлен и зафиксирован в одном из рабочих положений. Правильность работы переключателя определяется по результатам измерения сопротивления обмоток постоянному току и по результатам проверки коэффициента трансформации на всех положениях переключателя;

к) проверить состояние сорбента в воздухоосушителе. При его увлажнении (о чем говорит изменение окраски силикагеля-индикатора с голубой на розовую) сорбент должен быть заменен поставляемым комплектно в герметичной упаковке.

В случае повреждения герметичности упаковки и увлажнения сорбента он должен быть просушен. Сушку производить при температуре 100-120 °С в течение 15-20 часов до приобретения им ярко-голубой окраски;

л) залить трансформаторное масло в масляный затвор (нижний прозрачный колпак) воздухоосушителя. (В случае замены сорбента в воздухоосушителе заливку масла произвести при замене сорбента).

2.1.2.3 Для исключения возможности проворачивания шпилек вводов НН при подсоединении кабеля (шин) необходимо удерживать нижнюю гайку на шпильке ввода гаечным ключом. Проворачивание шпильки может привести к замыканию ввода НН внутри трансформатора на бак.

2.1.2.4 ЗАПРЕЩАЕТСЯ проводить испытания изоляции повышенным напряжением без согласования с предприятием-изготовителем.

2.1.2.5 Включать трансформатор в сеть разрешается толчком на полное номинальное напряжение.

2.1.2.6 Если отключение введенного в эксплуатацию трансформатора не было связано с проведением на нем работ или действием защит, то трансформатор может быть введен в работу без проведения испытаний и измерений параметров.

2.1.2.7 Во всем не оговоренном при подготовке трансформатора к работе и его эксплуатации руководствоваться следующими действующими документами:

- Правилами устройства электроустановок;
- Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей;
- Объемом и нормами испытаний электрооборудования.

2.1.3 Определение характеристик изоляции

2.1.3.1 За температуру изоляции трансформатора, не подвергавшегося нагреву, принимается температура верхних слоев масла.

2.1.3.2 Если температура трансформатора ниже 10° С, то для измерения характеристик изоляции трансформатор должен быть нагрет.

2.1.3.3 Нагрев производить одним из следующих методов:

- размещением в отапливаемом помещении;
- нагревом электропечами закрытого типа, устанавливаемыми под дно трансформатора;
- индукционным прогревом за счет вихревых потерь в стали бака;
- прогревом токами короткого замыкания.

2.1.3.4 При нагреве трансформатора температура изоляции принимается равной средней температуре обмотки ВН, определяемой по сопротивлению обмотки постоянному току. Измерение указанного сопротивления производить не ранее, чем через 60 мин после отключения нагрева током в обмотке или через 30 мин после отключения внешнего нагрева.

2.1.3.5 Сопротивление изоляции измерять мегомметром 2500 В с верхним пределом измерения не ниже 10000 МОм. Перед началом каждого измерения испытуемая обмотка должна быть заземлена не менее, чем на 2 мин.

2.1.3.6 Состояние изоляции, при котором трансформатор разрешается включать в эксплуатацию, должно соответствовать действующему документу “Объем и нормы испытаний электрооборудования”.

2.1.4 Эксплуатация трансформатора

2.1.4.1 Максимально допустимые систематические нагрузки и допустимые аварийные перегрузки трансформатора в соответствии с таблицами 3,4.

В таблицах приведены значения $К_2$ и h для суточного прямоугольного двухступенчатого графика нагрузки трансформатора при различных значениях $К_1$ и θ охл.

Для промежуточных значений $К_1$ и θ охл. значение $К_2$ следует определять линейной интерполяцией.

θ охл. – температура окружающей среды, °С;

$К_1$ – начальная нагрузка, предшествующая нагрузке или перегрузке $К_2$, или нагрузка после снижения $К_2$, в долях номинальной мощности или номинального тока:

$$К_1 = \frac{S_1}{S_{ном.}} = \frac{I_1}{I_{ном.}};$$

$К_2$ – нагрузка или перегрузка, следующая за начальной нагрузкой $К_1$, в долях номинальной мощности или номинального тока,

$$К_2 = \frac{S_2}{S_{ном.}} = \frac{I_2}{I_{ном.}};$$

h – продолжительность нагрузки $К_2$ на двухступенчатом суточном графике нагрузки, ч.

В таблице 3 обозначение (+) указывает на то, что для данного режима нагрузки расчетное значение $К_2>2,0$, но допускается его любое значение в интервале $1,5< К_2\leq 2,0$.

2.1.4.2 Трансформатор допускает продолжительную нагрузку нейтрали обмоток НН не более:

для схемы соединения обмоток $У/У_н$ - 25 %;

для схемы соединения обмоток $У/Z_н$ - 75 % номинального тока обмотки НН.

2.1.4.3 Трансформатор допускает продолжительную работу (при мощности не более номинальной) при превышении напряжения на любом ответвлении обмотки ВН на 10 % более номинального напряжения данного ответвления. При этом напряжение на любом ответвлении обмотки ВН в трансформаторах с номинальными напряжениями 6,3 кВ и 10,5 кВ не должно превышать соответственно 7,2 кВ и 12 кВ.

2.1.4.4 Трансформатор допускает продолжительную нагрузку одной или двух обмоток током, превышающим на 5 % номинальный ток ответвления, на которое включена соответствующая обмотка, если напряжение ни на одной из обмоток не превышает номинального напряжения соответствующего ответвления; при этом ток нагрузки не должен превышать 1,05 номинального тока обмотки, а мощность нагрузки трансформатора не должна быть более номинальной.

2.1.4.5 Трансформатор допускает в эксплуатации ударные толчки током. При этом отношение действующего значения тока к номинальному (кратность) не должна превышать:

4,0 – при числе ударных толчков тока в сутки до 3 включительно;

2,0 – при числе ударных толчков свыше 3 до 10;

1,3 – при числе ударных толчков свыше 10 до 100.

Продолжительность толчков – до 15 с.

2.1.4.6 При эксплуатации трансформатора необходимо учитывать также местные инструкции, учитывающие специфику конкретного объекта, климатической зоны, характер нагрузки потребителей и другие факторы.

2.1.4.7 Порядок работы с переключателем.

2.1.4.7.1 Перед переключением напряжения отключить трансформатор от сети со стороны как высшего, так и низшего напряжения.

Переключение возбужденного трансформатора не допускается!

2.1.4.7.2 Производить переключение в следующем порядке:

а) отвернуть контргайку винта фиксации положений, расположенного на рукоятке переключателя на 5…8 мм;

б) вывернуть винт фиксации до выхода его из отверстия указателя положений;

в) повернуть рукоятку привода до совпадения стрелки на рукоятке с требуемым положением на указателе положений;

г) завернуть винт фиксации до упора, убедиться что он вошел в отверстие указателя положений ;

д) завернуть контргайку до упора в рукоятку.

2.1.4.8.3 Для очистки контактной системы переключателя от окиси и шлама при каждом переключении производить прокручивание переключателя до 3-5 циклов в одну и другую стороны.

2.1.4.9 После истечения срока службы, указанного в паспорте, трансформатор подвергнуть проверке согласно п.2.1.2.2 настоящего РЭ и действующему документу “Объем и нормы испытаний электрооборудования ”.

По результатам проверок принять решение о пригодности трансформатора к дальнейшей эксплуатации.

Таблица 3 - Нормы максимально допустимых систематических нагрузок

h, ч	К2 при значениях К1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
θохл = - 2 0 ℃								
0,5	+	+	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	1,99	1,96	1,93	1,89	1,85	1,79
4	1,70	1,69	1,67	1,66	1,64	1,62	1,60	1,57
6	1,56	1,55	1,54	1,54	1,53	1,51	1,50	1,48
8	1,48	1,48	1,47	1,47	1,46	1,45	1,45	1,43
12	1,41	1,40	1,40	1,40	1,40	1,39	1,39	1,38
24	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
θохл = - 1 0 ℃								
0,5	+	+	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	+	+	1,95
2	1,95	1,92	1,90	1,87	1,83	1,79	1,75	1,69
4	1,62	1,61	1,60	1,58	1,56	1,54	1,52	1,48
6	1,49	1,48	1,47	1,46	1,45	1,44	1,42	1,40
8	1,41	1,41	1,40	1,40	1,39	1,38	1,37	1,36
12	1,34	1,34	1,33	1,33	1,33	1,32	1,31	1,31
24	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
θохл = 0 ℃								
0,5	+	+	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	1,99	1,91	1,8
2	1,86	1,83	1,80	1,77	1,74	1,69	1,64	1,56
4	1,54	1,53	1,51	1,50	1,48	1,46	1,43	1,38
6	1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,36	1,34	1,31
8	1,34	1,33	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,27
12	1,27	1,26	1,26	1,26	1,25	1,25	1,24	1,22
24	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16

Продолжение таблицы 3

h, ч	К2 при значениях К1 = 0,25 – 1,0							
	0.25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
θохл = 1 0 ℃								
0,5	+	+	+	+	+	+	+	1,84
1	+	+	+	2,00	1,94	1,86	1,76	1,60
2	1,76	1,73	1,70	1,67	1,63	1,58	1,51	1,40
4	1,46	1,44	1,43	1,41	1,39	1,36	1,32	1,25
6	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,27	1,24	1,20
8	1,26	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,17
12	1,19	1,19	1,18	1,18	1,17	1,16	1,15	1,13
24	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
θохл = 2 0 ℃								
0,5	+	+	+	+	+	1,98	1,81	1,00
1	+	1,97	1,92	1,87	1,80	1,71	1,57	1,00
2	1,66	1,63	1,60	1,56	1,51	1,45	1,35	1,00
4	1,37	1,35	1,34	1,32	1,29	1,25	1,19	1,00
6	1,25	1,24	1,23	1,21	1,20	1,17	1,13	1,00
8	1,18	1,17	1,17	1,16	1,15	1,13	1,09	1,00
12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09	1,08	1,06	1,00
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
θохл = 3 0 ℃								
0,5	+	+	+	+	1,92	1,76	1,27	–
1	1,89	1,84	1,79	1,73	1,64	1,51	1,12	–
2	1,55	1,52	1,48	1,44	1,38	1,29	1,02	–
4	1,28	1,26	1,24	1,21	1,18	1,21	0,97	–
6	1,16	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05	0,95	–
8	1,09	1,08	1,08	1,06	1,05	1,02	0,94	–
12	1,02	1,02	1,01	1,00	0,99	0,97	0,92	–
24	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	–

Продолжение таблицы 3

h, ч	К2 при значениях К1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
θохл = 4 0 ℃								
0,5	+	+	1,94	1,84	1,69	1,26	–	–
1	1,75	1,70	1,64	1,56	1,44	1,08	–	–
2	1,43	1,39	1,35	1,30	1,21	0,96	–	–
4	1,17	1,15	1,13	1,09	1,04	0,89	–	–
6	1,06	1,05	1,03	1,01	0,97	0,86	–	–
8	1,00	0,99	0,98	0,96	0,93	0,85	–	–
12	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,84	–	–
24	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	–	–

Таблица 4 - Нормы допустимых аварийных перегрузок

h, ч	К2 при значениях К1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
θохл = - 2 0 ℃								
0,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
4	1,90	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
6	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
8	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
12	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
24	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60

Продолжение таблицы 4

h, ч	К2 при значениях К1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
θохл = -1 0 ℃								
0,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,90	1,90
4	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,70	1,70	1,70
6	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
8	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
12	1,60	1,60	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
24	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
θохл = 0 ℃								
0,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
2	2,00	2,00	2,00	1,90	1,90	1,90	1,90	1,80
4	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60
6	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,50	1,50	1,50
8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
12	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
24	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
θохл = 1 0 ℃								
0,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,90
2	1,90	1,90	1,90	1,90	1,80	1,80	1,80	1,70
4	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,50	1,50
6	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,40	1,40
8	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
12	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
24	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40

Продолжение таблицы 4

h, ч	К2 при значениях К1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
θохл = 2 0 ℃								
0,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,80	1,80
2	1,80	1,80	1,80	1,80	1,70	1,70	1,70	1,60
4	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,40	1,40	1,40
6	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,30
8	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
12	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
24	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
θохл = 3 0 ℃								
0,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,90
1	2,00	2,00	2,00	2,00	1,90	1,90	1,80	1,70
2	1,80	1,70	1,70	1,70	1,60	1,60	1,50	1,40
4	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,30	1,30	1,30
6	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,20
8	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
12	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
24	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
θохл = 4 0 ℃								
0,5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,90	1,70
1	2,00	1,90	1,90	1,90	1,80	1,70	1,60	1,40
2	1,60	1,60	1,60	1,50	1,50	1,40	1,30	1,30
4	1,30	1,30	1,30	1,30	1,20	1,20	1,20	1,20
6	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,10	1,10
8	1,20	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
12	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
24	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Для своевременного обнаружения неисправностей трансформатор следует подвергать периодическому внешнему осмотру (без отключения трансформатора от сети). При осмотре прежде всего проверить уровень масла в расширителе. Убедиться в отсутствии механических повреждений расширителя, бака, изоляторов, течей масла, проверить целостность лакокрасочных покрытий.

3.2 Проверить состояние сорбента в воздухоосушителе расширителя. Проверка заключается в наблюдении за окраской силикагеля-индикатора. Когда большая часть силикагеля-индикатора примет розовую окраску, сорбент должен быть заменен. Восстановление сорбента и силикагеля-индикатора для повторного их использования производится сушкой в соответствии с п.2.1.2.2 к) настоящего руководства по эксплуатации.

3.3 В случае необходимости (при случайных механических повреждениях, повреждениях при нарушении правил эксплуатации и др.) вскрыть трансформатор в условиях специализированных предприятий по ремонту трансформаторов. Температура активной части при этом должна превышать температуру точки росы окружающего воздуха не менее, чем на 5° С и во всех случаях должна быть не ниже 10° С.

3.4 Помещение, где производится вскрытие трансформатора, должно быть сухим и чистым, защищенным от попадания атмосферных осадков и пыли.

3.5 Последовательность разборки трансформатора.

3.5.1 Слить масло в чистый резервуар, отвернув на несколько витков сливную пробку.

3.5.2 Отвернуть болты и снять прижимы, крепящие крышку к баку.

3.5.3 Поднять активную часть с крышкой и расширителем за серьги, расположенные на крышке трансформатора в соответствии с рисунком 7 и таблицей 5.

3.6 Последовательность сборки трансформатора.

3.6.1 Завернуть сливную пробку.

3.6.2 Опустить активную часть с крышкой и расширителем в бак, предварительно проверив целостность и состояние уплотнительной прокладки, расположенной на раме бака.

3.6.3 Закрепить крышку на баке при помощи прижимов, затянув до отказа болты.

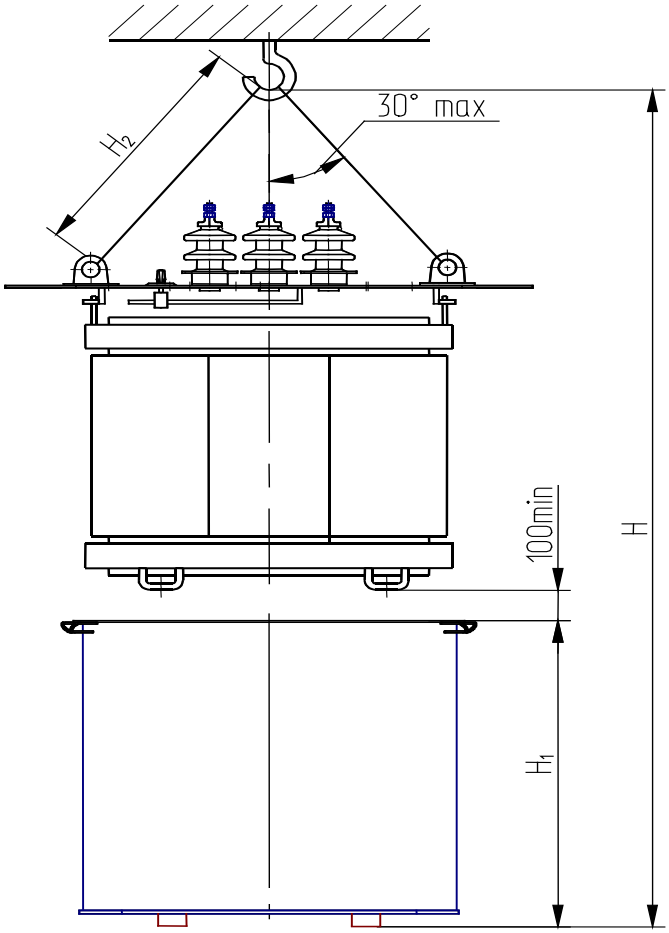


Рисунок 7 – Эскиз подъёма активной части с крышкой

Таблица 5

В миллиметрах

Тип трансформатора	H	H_1	H_2
ТМ-25/10-У1 ТМ-25/10-УХЛ1 ТМ-25/15-У1 ТМСУ-25/10-У1	1920 min	645 max	630 min
ТМ-40/10-У1 ТМ-40/10-УХЛ1 ТМ-40/15-У1 ТМСУ-40/10-У1	2020 min	725 max	660 min
ТМ-63/10-У1 ТМ-63/10-УХЛ1 ТМ-63/15-У1	2190 min	765 max	660 min

3.6.4 Заполнить трансформатор маслом с электрической прочностью не менее 30 кВ до уровня на маслоуказателе, соответствующего температуре заливаемого масла.

Заполнение маслом выполнить по возможности в один прием. Температура заливаемого масла должна быть не ниже 10° С, а температура активной части трансформатора – выше температуры масла.

3.6.5 Оставить трансформатор для отстоя на срок не менее суток.

3.6.6 После отстоя трансформатора при необходимости долить масло до уровня в маслорасширителе в соответствии с п. 2.1.2.2 б) настоящего руководства.

3.7 Объем испытаний и нормы контролируемых параметров трансформатора перед включением в работу после его вскрытия должны соответствовать требованиям действующего документа “Объем и нормы испытаний электрооборудования ”.

4 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

4.1 Трансформатор отправляется предприятием-изготовителем полностью собранным и заполненным трансформаторным маслом.

4.2 Транспортирование трансформатора может осуществляться любым видом, кроме морского.

Крепление трансформатора на транспортных средствах и транспортирование осуществляются в соответствии с правилами, действующими на транспорте соответствующего вида с учетом обеспечения сохранности трансформатора и его узлов.

4.3 Погрузочно-разгрузочные операции необходимо выполнять соответствующим оборудованием с соблюдением действующих правил техники безопасности и мер, обеспечивающих сохранность трансформатора и его узлов.

4.4 Подъем трансформатора следует производить только за серьги на крышке бака. Стропы при этом должны быть такой длины, чтобы угол отклонения строп от вертикали не превышал 30°.

4.5 При транспортировании трансформатор должен крепиться за скобы, расположенные под крышкой и приваренные к раме бака.

4.6 При длительном (более двух лет) хранении трансформатора необходимо периодически производить его наружный осмотр, контролировать уровень масла, состояние силикагеля-индикатора.

В случае просачивания масла из-под маслоуплотнительных соединений подтянуть гайки.

4.7 Условия хранения трансформатора – 8 по ГОСТ 15150-69 (на открытых площадках при температуре от минус 60 до +50° С) на срок сохраняемости до одного года; при условии хранения 5 по ГОСТ 15150-69 (под навесом или в помещениях при температуре от минус 60 до +50° С) – срок сохраняемости до двух лет при ежегодном внешнем осмотре трансформатора потребителем.

5 УТИЛИЗАЦИЯ

5.1 Указания по утилизации приведены в паспорте трансформатора.