



Открытое акционерное общество
“МИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД
ИМЕНИ В.И.КОЗЛОВА”



ОКПД 2 27.11.41.000
ОКП РБ 27.11.41.530

ТРАНСФОРМАТОРЫ
ТМГ–1000/10–У1; ТМГ–1000/10–ХЛ1;
ТМГМШ–1000/10–У1

Руководство по эксплуатации
ВИЕЛ.672333.001 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 ТМГ-1000/10-У1, ТМГ-1000/10-ХЛ1, ТМГМШ-1000/10-У1.

В дополнение к настоящему руководству следует пользоваться эксплуатационными документами на комплектующую аппаратуру.

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	
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Технические характеристики	5
1.3 Состав изделия	10
1.4 Устройство и работа трансформатора	10
1.5 Контрольно-измерительные приборы	13
1.6 Маркировка и пломбирование	13
1.7 Упаковка	13
2 Использование изделия	
2.1 Подготовка изделия к использованию	14
2.1.1 Меры безопасности	14
2.1.2 Подготовка трансформатора к работе	15
2.1.3 Определение характеристик изоляции	22
2.1.4 Эксплуатация трансформатора	23
3 Техническое обслуживание	30
4 Хранение и транспортирование	33
5 Утилизация	33

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Трансформаторы ТМГ-1000/10-У1, ТМГ-1000/10-ХЛ1, и ТМГМШ-1000/10-У1 (в дальнейшем именуемые «трансформаторы»), мощностью 1000 кВ·А класса напряжения до 10 кВ силовые трехфазные понижающие с естественным масляным охлаждением, с переключением ответвлений обмоток без возбуждения, в герметичном исполнении, включаемые в сеть переменного тока частотой 50 Гц, предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии.

Трансформаторы ТМГМШ предназначены для потребителей с повышенными требованиями к уровню шума и к потерям холостого хода.

1.1.2 Трансформаторы предназначены для эксплуатации в районах с умеренным 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 ХЛ1 (исполнение для холодного климата) – от минус 60 до плюс 40 °С.

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

1.1.3 Условное обозначение трансформаторов:

- ТМГ – трехфазный с естественным масляным охлаждением, двухобмоточный, переключаемый без возбуждения, герметичный в гофрированном баке с полным заполнением маслом;

- ТМГМШ – трехфазный с естественным масляным охлаждением, двухобмоточный, переключаемый без возбуждения, герметичный в гофрированном баке с полным заполнением маслом со сниженным уровнем скорректированной звуковой мощности (малозумный);

- 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 Технические данные

1.2.1.1 Значения номинальных напряжений на всех ответвлениях, номинальных токов, напряжения короткого замыкания, тока холостого хода, потерь холостого хода и короткого замыкания, схема и группа соединения обмоток, а также другие технические данные указаны в паспорте трансформатора.

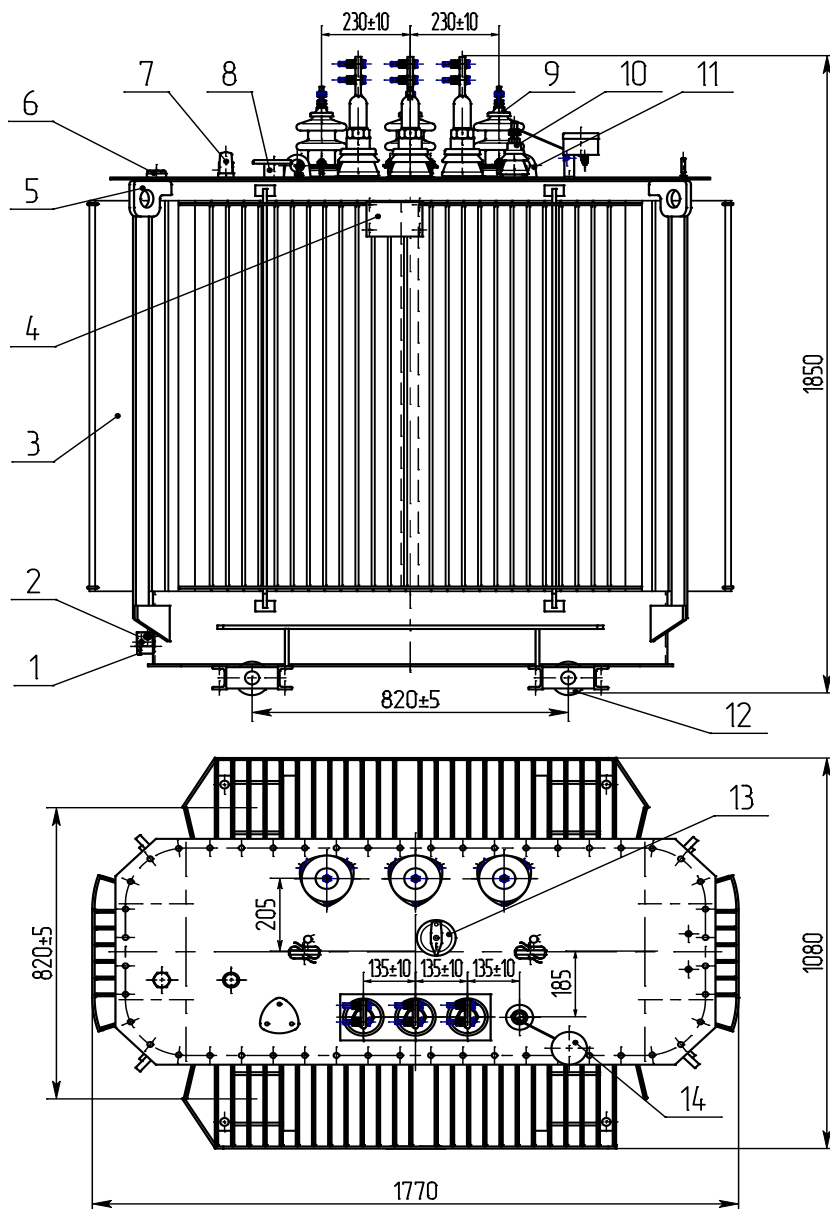
Первый знак в обозначении схемы и группы соединения обмоток относится к обмотке ВН.

1.2.1.2 Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры, характеристики массы трансформатора и его составных частей в соответствии с рисунками 1-6.

1.2.1.3 Регулирование напряжения трансформатора осуществляется переключением без возбуждения (ПБВ).

Для регулирования напряжения трансформатор снабжен переключателем, позволяющим регулировать напряжение в пределах $\pm 5\%$ ступенями по $2,5\%$.

Тип переключателя — ПТРЛ-10/125-6-96 У1.

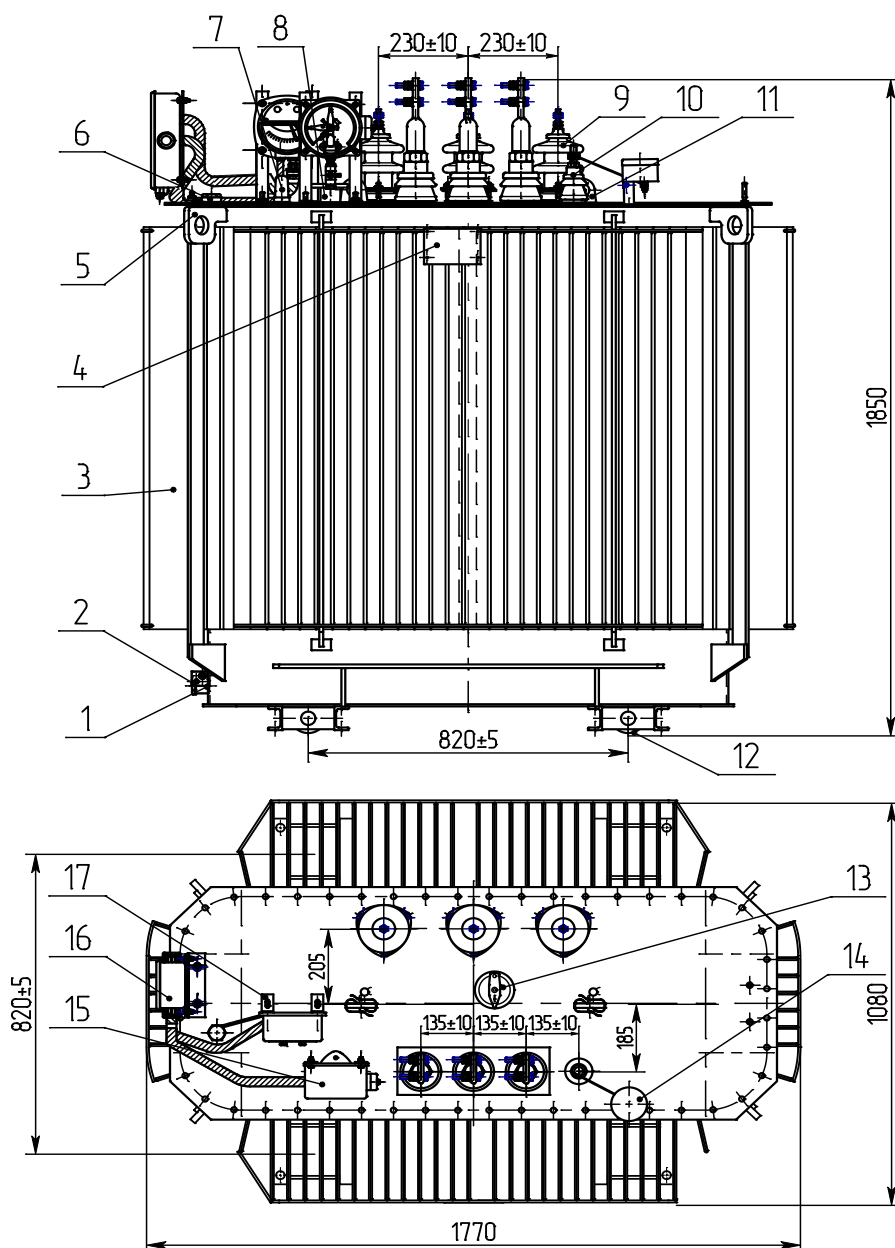


1 - зажим заземления; 2 - пробка сливная; 3 - бак; 4 - табличка; 5 - серьга для подъема трансформатора и крепления при транспортировании; 6 - гильза для термометра; 7- маслоуказатель; 8 - патрубок для заливки масла; 9 - ввод ВН; 10 - ввод НН; 11- серьга для подъема крышки; 12 - ролик транспортный; 13 - переключатель; 14 - пробивной предохранитель (устанавливается по заказу потребителя).

Масса трансформаторов ТМГ-1000/10-У1, ТМГ-1000/10-ХЛ1 - 2900 кг;
 масса масла - 830 кг; масса активной части - 1570 кг

Масса трансформатора ТМГМШ-1000/10-У1 - 3000 кг;
 масса масла - 835 кг; масса активной части - 1720 кг

Рисунок 1- Общий вид трансформаторов ТМГ-1000/10-У1,
 ТМГ-1000/10-ХЛ1 и ТМГМШ-1000/10-У1 без приборов

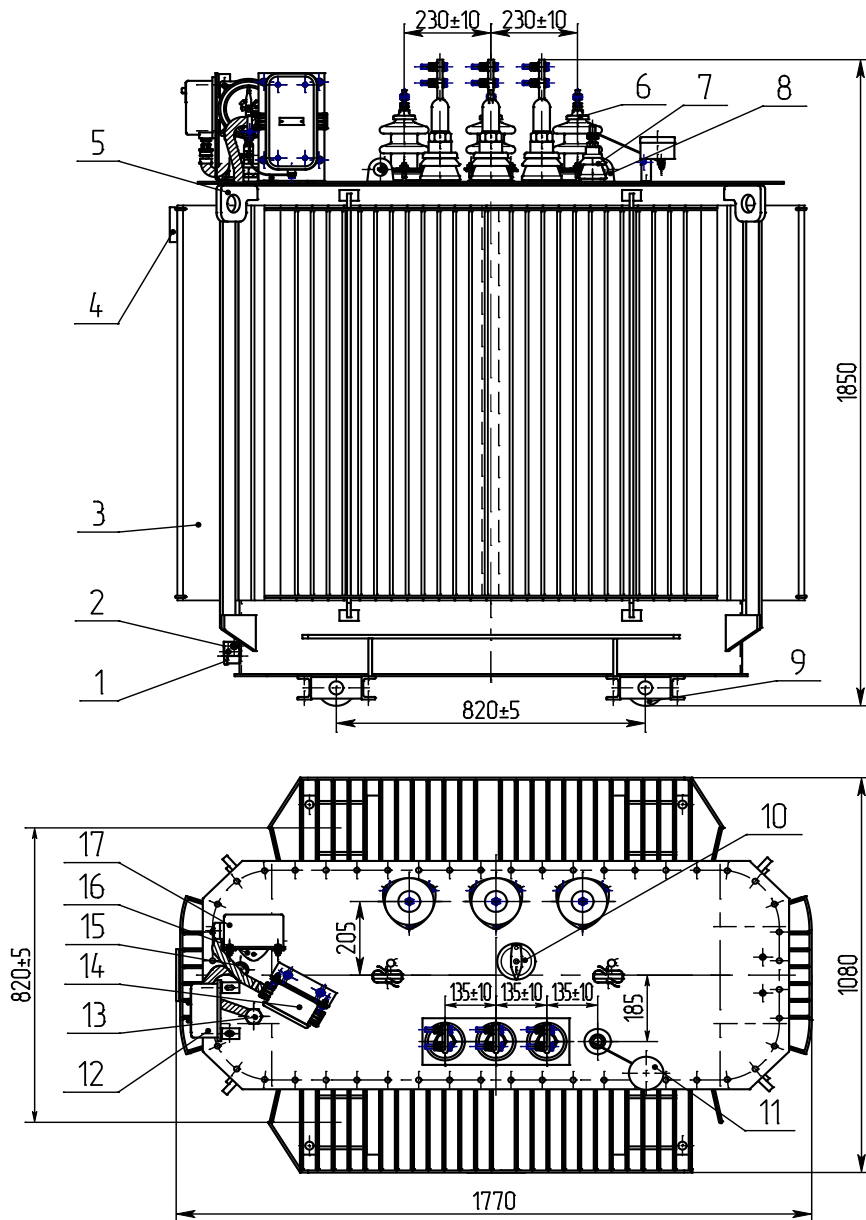


1 - зажим заземления; 2 - пробка сливная; 3 - бак; 4 - табличка; 5 - серьга для подъема трансформатора и крепления при транспортировании; 6 - гильза для термометра; 7- маслоуказатель; 8 - патрубок для заливки масла; 9 - ввод ВН; 10 -ввод НН; 11- серьга для подъема крышки; 12 - ролик транспортный; 13 - переключатель; 14 - пробивной предохранитель (устанавливается по заказу потребителя); 15 - мановакуумметр; 16 - коробка зажимов; 17 - манометрический термометр

Масса трансформаторов ТМГ-1000/10-У3 - 2900 кг;
 масса масла - 830 кг; масса активной части - 1570 кг

Масса трансформатора ТМГМШ-1000/10-У3 - 3000 кг;
 масса масла - 835 кг; масса активной части - 1720 кг

Рисунок 2 - Общий вид трансформаторов ТМГ-1000/10-У3,
 ТМГМШ-1000/10-У3 с приборами



1 - зажим заземления; 2 - пробка сливная; 3 - бак; 4 - табличка; 5 - серьга для подъема трансформатора и крепления при транспортировании; 6 - ввод ВН; 7 - ввод НН; 8 - серьга для подъема крышки; 9 - ролик транспортный; 10 - переключатель; 11- пробивной предохранитель (устанавливается по заказу потребителя); 12 - манометрический термометр; 13 - гильза для термометра; 14 - коробка зажимов; 15 - маслоуказатель; 16 - патрубок для заливки масла; 17 - мановакуумметр.

Масса трансформатора ТМГ-1000/10-У3 - 2900 кг;
 масса масла - 830 кг; масса активной части - 1570 кг

Рисунок 3 - Общий вид трансформатора ТМГ-1000/10-У3 с приборами для КТПСП

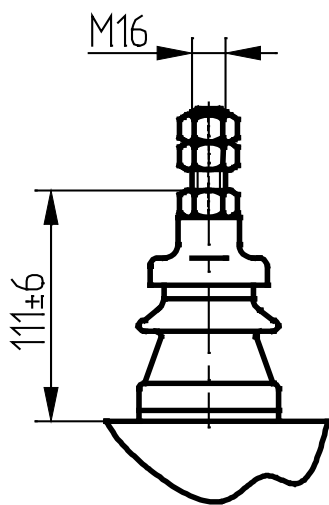


Рисунок 4 - Ввод нейтрали НН для У/Ун-0

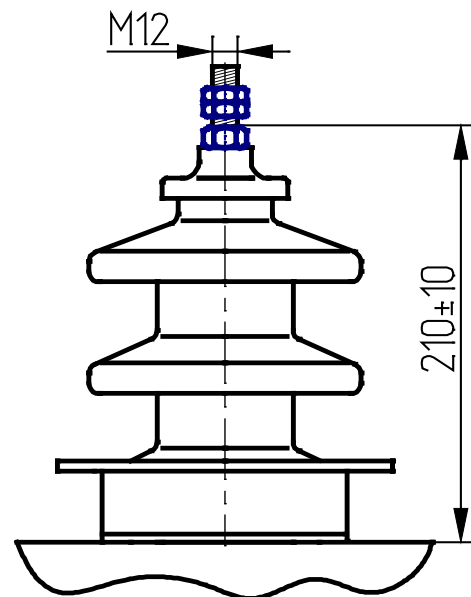


Рисунок 5 - Ввод ВН

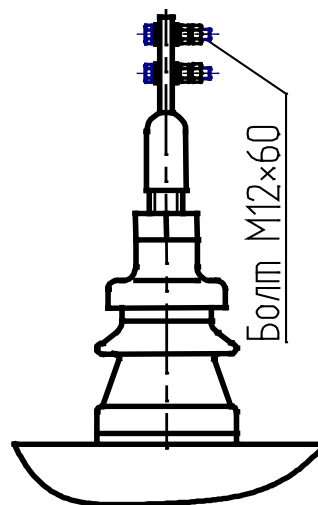
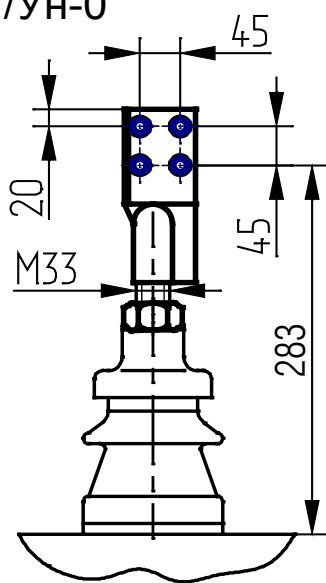


Рисунок 6 - Фазный ввод НН для У/Ун-0 и Д/Ун-11, ввод нейтрали для Д/Ун-11

1.3 Состав изделия

1.3.1 По заказу потребителя трансформатор может поставляться с пробивным предохранителем, мановакуумметром, манометрическим термометром.

В случае заказа потребителем мановакуумметра и/или манометрического термометра вместе с ними поставляется коробка зажимов.

Транспортные ролики поставляются комплектно с трансформатором.

1.4 Устройство и работа трансформатора

1.4.1 Устройство трансформатора

1.4.1.1 Трансформатор имеет герметичную конструкцию, т.е. внутренний объем трансформатора не имеет сообщения с окружающей средой.

Трансформатор полностью (до крышки) заполнен трансформаторным маслом, а температурные изменения объема масла, происходящие в процессе эксплуатации, компенсируются за счет изменения объема гофров стенки бака.

1.4.1.2 Трансформатор заполнен трансформаторным маслом под вакуумом. Температура заливаемого трансформаторного масла $(40 \pm 20)^\circ\text{C}$.

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

1.4.1.4 Активная часть жестко закреплена в баке и состоит из магнитопровода с обмотками, нижних и верхних ярмовых балок, отводов ВН и НН, переключателя ответвлений обмоток.

1.4.1.5 Магнитопровод трансформатора стержневого типа собран из холоднокатаной электротехнической стали.

1.4.1.6 Обмотки многослойные цилиндрические.

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

1.4.1.8 Вверху активной части размещен переключатель ответвлений обмоток ВН. Переключатель жестко закреплен на ярмовой балке.

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

Конструктивно переключатель представляет собой две планки, на одной из которых закреплены неподвижные, а на другой – подвижные контакты. К неподвижным контактам присоединены регулировочные отводы обмоток ВН в соответствии с рисунком 7.

Схема соединений обмоток "ЗВЕЗДА"

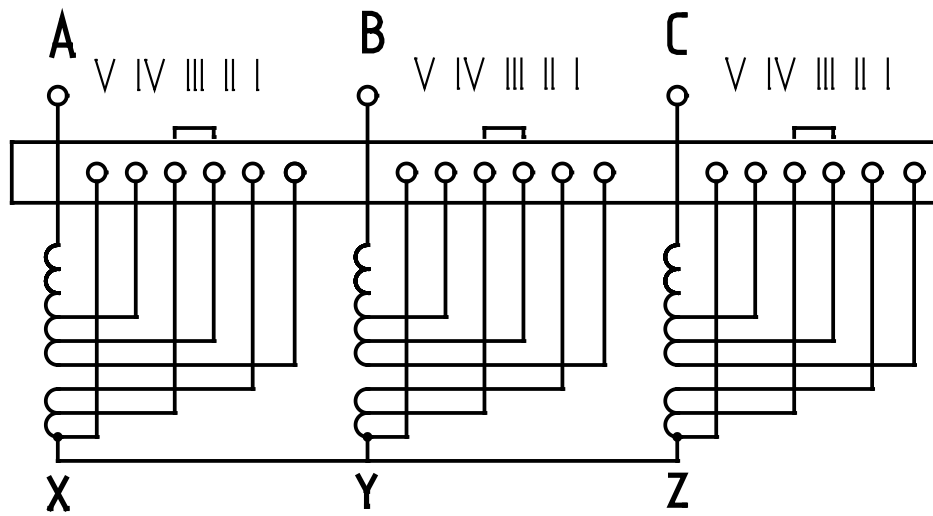


Схема соединений обмоток "ТРЕУГОЛЬНИК"

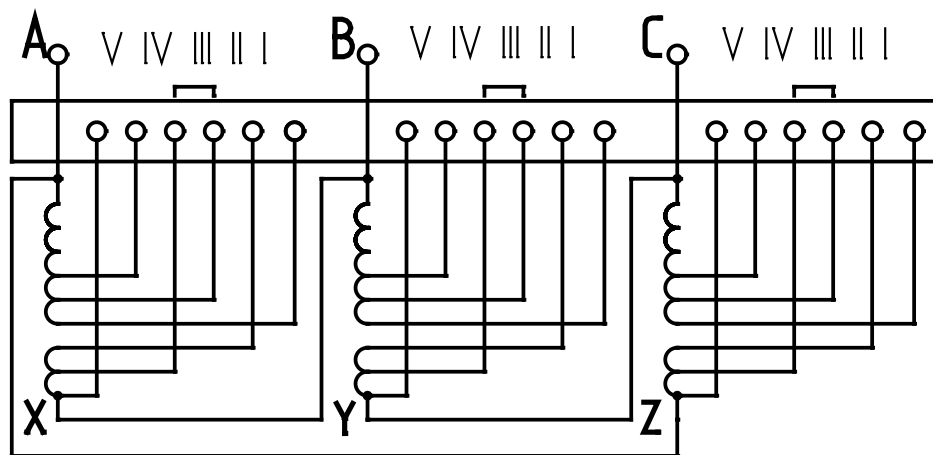


Рисунок 7 - Схемы подсоединения ответвлений обмоток ВН к переключателю

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

Положение переключателя фиксируется специальным устройством, расположенным в приводе внутри бака трансформатора, а также дополнительно фиксатором, расположенным в рукоятке.

Степень регулирования (положение переключателя) определяется по цифре на указателе положений напротив стрелки рукоятки привода.

1.4.1.10 Бак трансформатора сварной, приближенной к овальной (в плане) формы. Состоит из верхней рамы, гофрированной стенки, обечайки, дна с приваренными к нему швеллерами.

Верхняя рама выполнена из уголка, гофрированная стенка – из рулонной стали. В нижней части бака имеется узел заземления и сливная пробка. В приваренных ко дну бака швеллерах имеются отверстия для крепления трансформатора. На этих же швеллерах установлены переставные транспортные ролики, позволяющие осуществлять продольное или поперечное перемещение трансформатора.

1.4.1.11 На крышке трансформатора смонтированы:

- вводы ВН и НН;
- привод переключателя;
- гильза для установки термометра;
- маслоуказатель поплавкового типа;
- патрубков для заливки трансформатора маслом;
- серьги для подъема крышки трансформатора;
- пробивной предохранитель (в случае заказа потребителем);
- мановакуумметр (в случае заказа потребителем);
- манометрический термометр (в случае заказа потребителем);
- коробка зажимов (в случае наличия мановакуумметра и/или манометрического термометра).

1.4.1.12 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.

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

1.4.1.14 Для обеспечения уплотнений разъемных частей трансформатора применена маслостойкая резина.

1.4.1.15 Трансформатор ТМГМШ укомплектован резиновыми прокладками, которые при монтаже рекомендуется устанавливать под опорные элементы бака трансформатора для уменьшения влияния вибрации трансформатора на конструктивные элементы помещения.

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

1.5 Контрольно-измерительные приборы

1.5.1 Для контроля уровня масла на крышке трансформатора установлен маслоуказатель поплавкового типа.

1.5.2 Для измерения температуры верхних слоев масла в баке на крышке трансформатора предусмотрена гильза для установки термометра.

1.5.3 По требованию заказчика на крышке трансформатора устанавливается манометрический термометр для измерения температуры верхних слоев масла в баке и управления внешними электрическими цепями. Контакты манометрического термометра проводами соединены с коробкой зажимов.

1.5.4 Для контроля внутреннего давления в баке и сигнализации о превышении давления в баке допустимых величин, на крышке трансформатора по требованию заказчика устанавливается мановакуумметр. Контакты мановакуумметра проводами соединяются с коробкой зажимов.

1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 Маркировка

1.6.1.1 Трансформатор снабжается 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.

1.6.1.4 На крышке рядом с серьгой для подъема трансформатора, обозначено место строповки.

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 заливочный патрубок и пробка для слива масла.

1.6.2.3 Пломбируются серьги, расположенные на крышке, во избежание подъема за них трансформатора.

1.6.2.4 При нарушении целостности пломб предприятие – изготовитель снимает установленные гарантии.

1.7 Упаковка

На время транспортирования:

- контактные зажимы вводов НН упаковываются в деревянный ящик;
- эксплуатационная документация укладывается в полиэтиленовый мешочек и помещается в деревянный ящик;
- мановакуумметр, манометрический термометр, коробка зажимов (в случае заказа потребителем) упаковываются в деревянный ящик;
- транспортные ролики крепятся проволокой к опорным швеллерам, расположенным на дне бака;
- резиновые пластины для трансформаторов ТМГМШ упаковываются в полиэтиленовый мешочек и помещаются в деревянный ящик.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

2.1 Подготовка изделия к использованию

2.1.1 Меры безопасности

2.1.1.1 Трансформаторы относятся к электрическим установкам, поэтому при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации трансформатора необходимо соблюдать все нормы, правила и требования всех действующих документов по технике безопасности и пожарной безопасности электроустановок.

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

- трансформатор в сборе – за серьги, расположенные на баке;
- активную часть без крышки – за серьги, расположенные на верхних ярмовых балках.

2.1.1.3 Категорически запрещается:

- поднимать трансформатор за серьги, приваренные к крышке;
- производить работы и переключения на трансформаторе, включенном в сеть хотя бы с одной стороны;
- пользоваться переключателем без ознакомления с настоящим руководством;
- оставлять переключатель в промежуточном положении, без фиксации его рукоятки;
- эксплуатировать трансформатор с поврежденными вводами (трещинами, сколами);
- включать трансформатор без заземления бака.

2.1.1.4 **ВНИМАНИЕ!** Температура масла в трансформаторе при его транспортировании, хранении и эксплуатации, как правило, не соответствует температуре масла при его заливке в трансформатор предприятием-изготовителем, и внутреннее давление в трансформаторе, как правило, отличается от атмосферного давления. Поэтому с точки зрения сохранения надежности и долговечности трансформатора и с точки зрения безопасности его обслуживания категорически запрещается нарушение герметичности трансформатора (отворачивание пробок, открывание патрубка, крана, снятие маслоуказателя и любые нарушения уплотнений трансформатора).

2.1.1.5 При обслуживании трансформатора необходимо учитывать, что трансформаторное масло является горючей жидкостью, имеет высокую температуру горения и трудно поддается тушению. Поэтому все операции, и особенно связанные со сваркой, электропайкой, а также любые огневые работы, следует производить в соответствии с противопожарными правилами.

2.1.2 Подготовка трансформатора к работе

2.1.2.1 Трансформатор вводится в эксплуатацию без ревизии.

2.1.2.2 **ВНИМАНИЕ!** Открывать патрубок на крышке, пробку на баке, кран, снимать изоляторы, маслоуказатель, совершать другие действия, могущие привести к разгерметизации трансформатора, без надобности запрещается. Испытание бака гидравлическим давлением не производить.

2.1.2.3 Отбор пробы и испытание трансформаторного масла не производить.

2.1.2.4 Перед включением трансформатора следует выполнить следующие работы:

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

ВНИМАНИЕ! Убедиться, что красный сигнальный шток поплавка маслоуказателя находится, в соответствии с рисунком 8, в цилиндрической части прозрачного колпака, т.е. не ниже уровня А. Это является подтверждением, что уровень масла в трансформаторе находится в допустимых пределах. В противном случае включение трансформатора под напряжение и его эксплуатация недопустимы. Необходимо выяснить причину снижения уровня масла и устранить её.

Уровень масла определяется только по положению сигнального штока поплавка. Отсутствие масла в прозрачном колпаке маслоуказателя не является браковочным признаком;

б) если в трансформаторе производилось устранение причин течи масла, необходимо открыть патрубок на крышке (сняв предварительно пломбу), убедиться, что уровень масла находится не ниже верхнего ярма магнитопровода, долить масло в соответствии с п.3.4, после этого опломбировать патрубок пломбой потребителя, составить акт;

в) установить при необходимости транспортные ролики из транспортного положения в рабочее;

г) заземлить бак трансформатора;

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

е) замерить сопротивление обмоток постоянному току;

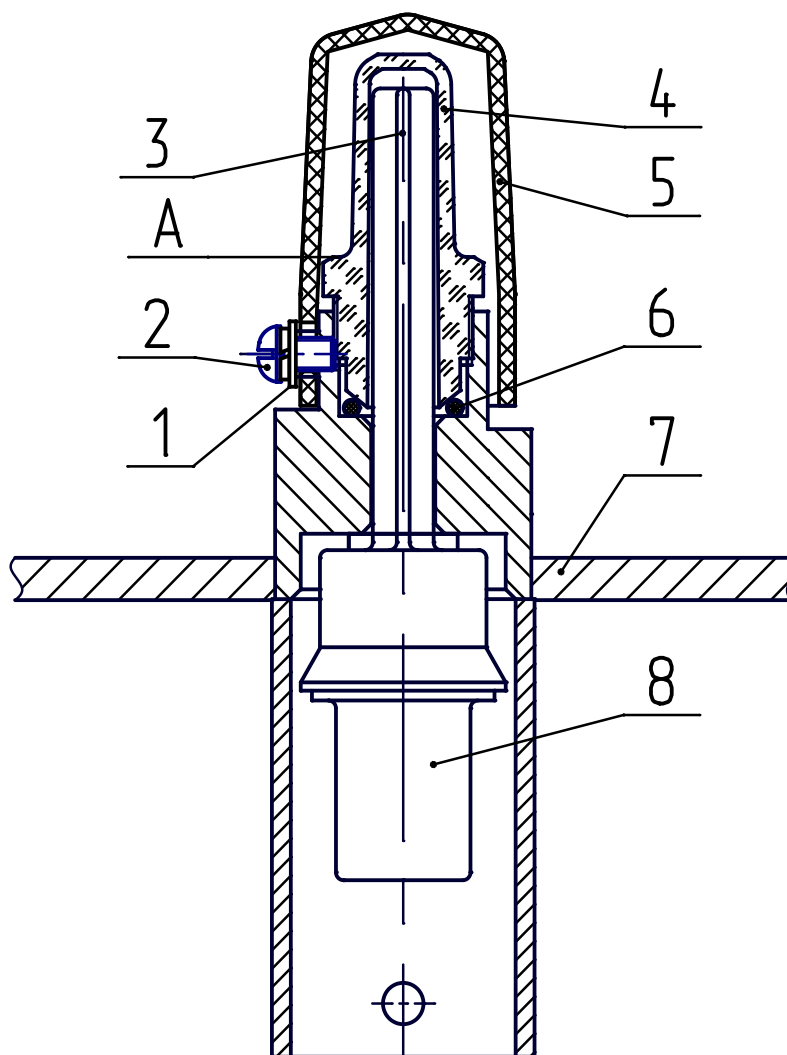
ж) определить сопротивление изоляции:

– НН – бак, ВН;

– ВН – бак, НН.

Измерения производить в соответствии с п.2.1.3 настоящего руководства по эксплуатации;

з) 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;



1 – шайба; 2 – винт; 3 – красный сигнальный шток; 4 – прозрачный колпак; 5 – прозрачный защитный колпак; 6 – кольцо уплотнительное; 7 – крышка трансформатора; 8 – поплавок

Рисунок 8 – Маслоуказатель

и) в случае заказа потребителем мановакуумметра и/или манометрического термометра выполнить следующие работы:

1) установить коробку зажимов в рабочее положение в соответствии с рисунком 9, закрепив её на крышке трансформатора при помощи крепежа, входящего в сборку коробки зажимов;

2) установить мановакуумметр, в соответствии с рисунком 10. Для этого предварительно снять с крана 2, находящегося на крышке 6, пробку 4, установленную на время транспортирования, затем, установить мановакуумметр в рабочее положение путем заворачивания его по резьбе в свободный конец крана 2 до отказа.

Закрепить мановакуумметр на крышке бака 8 при помощи уголков 10 и крепежа, поставляемых комплектно с трансформатором. Подсоединить свободные концы проводов коробки зажимов к клеммной колодке мановакуумметра в соответствии с рисунком 11, на котором приведена монтажная схема соединения коробки зажимов с контрольно-измерительными приборами. Для соединения мановакуумметра с внутренним объёмом бака повернуть пробку крана 4 (сняв предварительно пломбу) по часовой стрелке на 90° из положения 1 в положение 2. Пробку крана в положении 2 опломбировать. Одну из сигнальных стрелок мановакуумметра установить против отметки шкалы, указывающий давление $0,025\text{Мпа}$ ($0,25\text{ кгс/см}^2$) (наибольшее избыточное давление внутри бака);

3) установить манометрический термометр 1 в рабочее положение в соответствии с рисунком 12, закрепив его на крышке бака 4 при помощи уголков 2 и крепежа, поставляемых совместно с трансформатором.

Подсоединить манометрический термометр к коробке зажимов в соответствии с рисунком 11.

Правую стрелку манометрического термометра установить на отметке 95°C , левую – на отметке 90°C ;

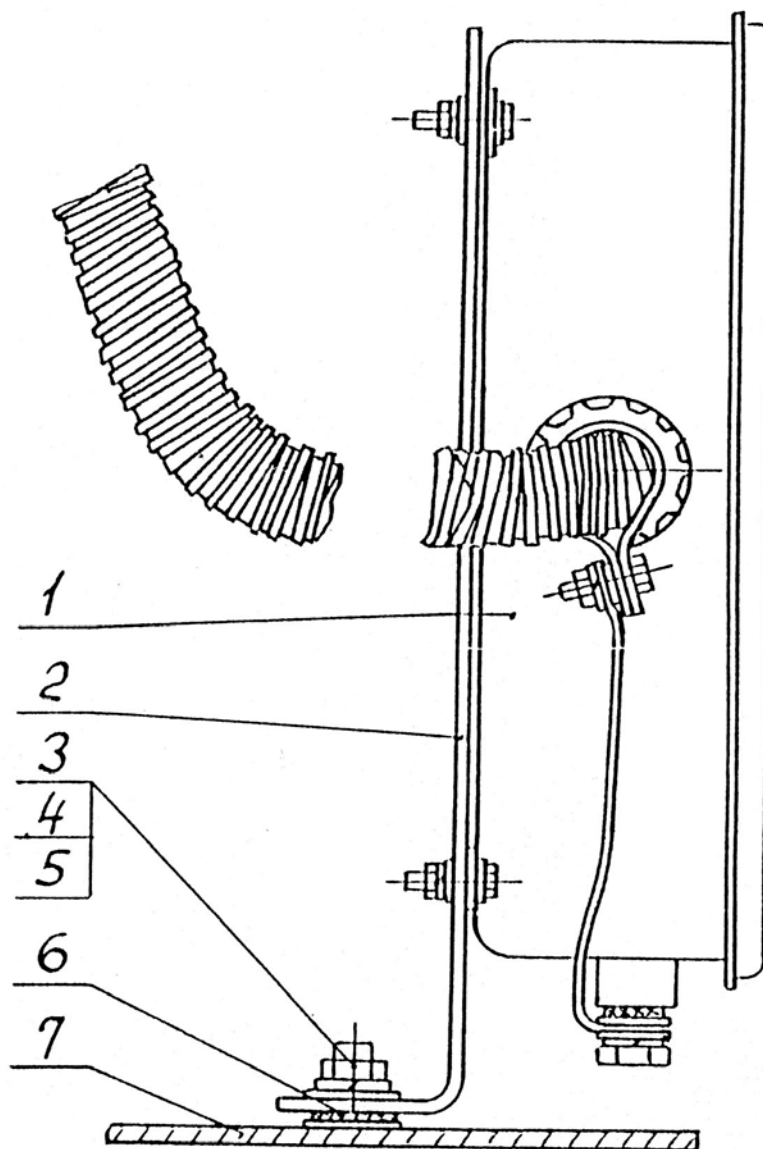
4) соединить коробку зажимов трансформатора с системой защиты распределительных устройств низкого напряжения;

5) при монтаже и проверке защитных устройств в трансформаторах, снабженных мановакуумметром и/или манометрическим термометром следует руководствоваться также эксплуатационными документами, прилагаемыми к этим устройствам.

2.1.2.5 Для исключения возможности проворачивания шпильки ввода нейтрали НН (в случае схемы соединения Y/Y_n-0) 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.

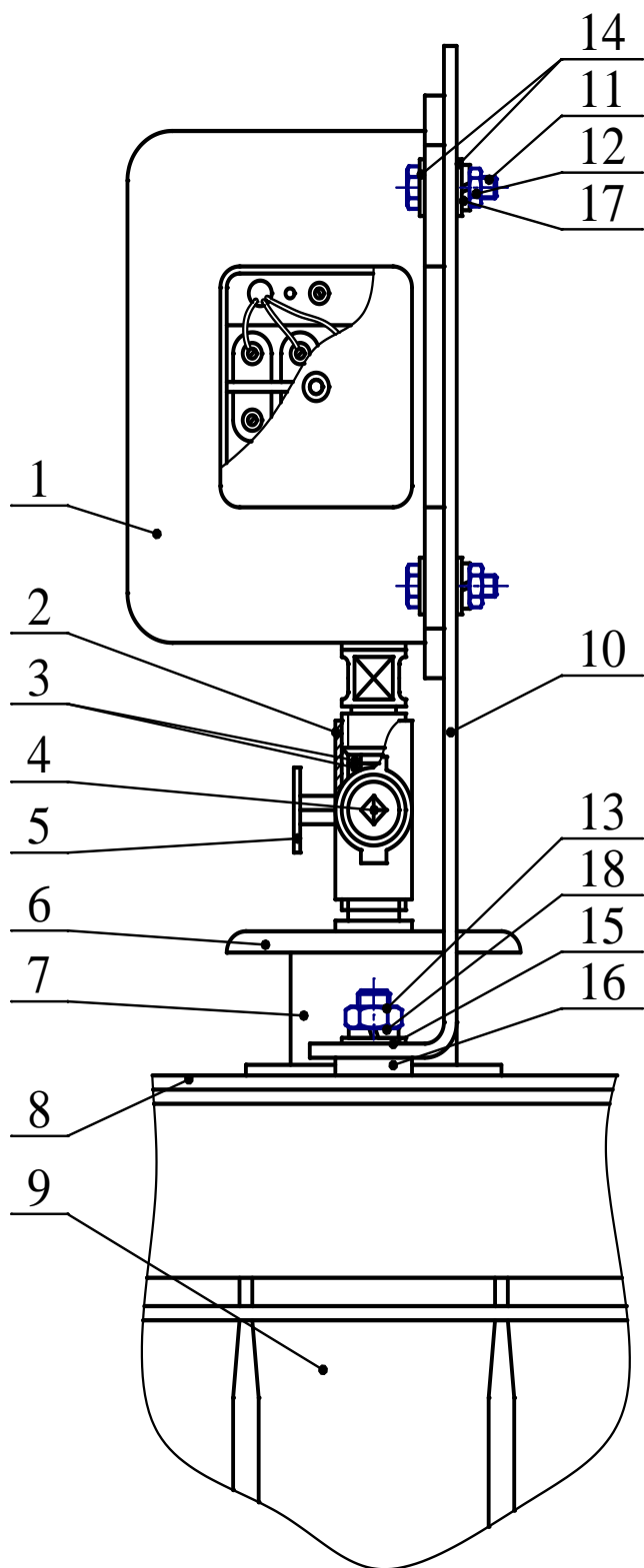
2.1.2.6 **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** проводить испытания изоляции повышенным напряжением без согласования с предприятием-изготовителем.

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



1 – коробка зажимов; 2 – уголок; 3 – гайка М10; 4 – шайба 10;
 5 – шайба 10 пружинная; 6 – шайба; 7 – крышка бака

Рисунок 9 – Установка коробки зажимов



Положение пробки крана		Соединяются
1		Мановакуумметр с атмосферой (патрубок крышки бака перекрыт)
2		Мановакуумметр с баком
3		Бак с контрольным мановакуумметром (или атмосферой)
4		Бак с мановакуумметром и контрольным мановакуумметром (или атмосферой)

1 – мановакуумметр; 2 – кран; 3 – резиновая прокладка; 4 – пробка крана; 5 – фланец для контрольного мановакуумметра; 6 – крышка патрубка; 7 – патрубок; 8 – крышка бака; 9 – бак; 10 – уголок; 11 – болт М6х25; 12 – гайка М6; 13 – гайка М10; 14 – шайба 6; 15 – шайба 10; 16 – шайба 16; 17 – шайба пружинная 6; 18 – шайба пружинная 10

Рисунок 10 – Установка мановакуумметра

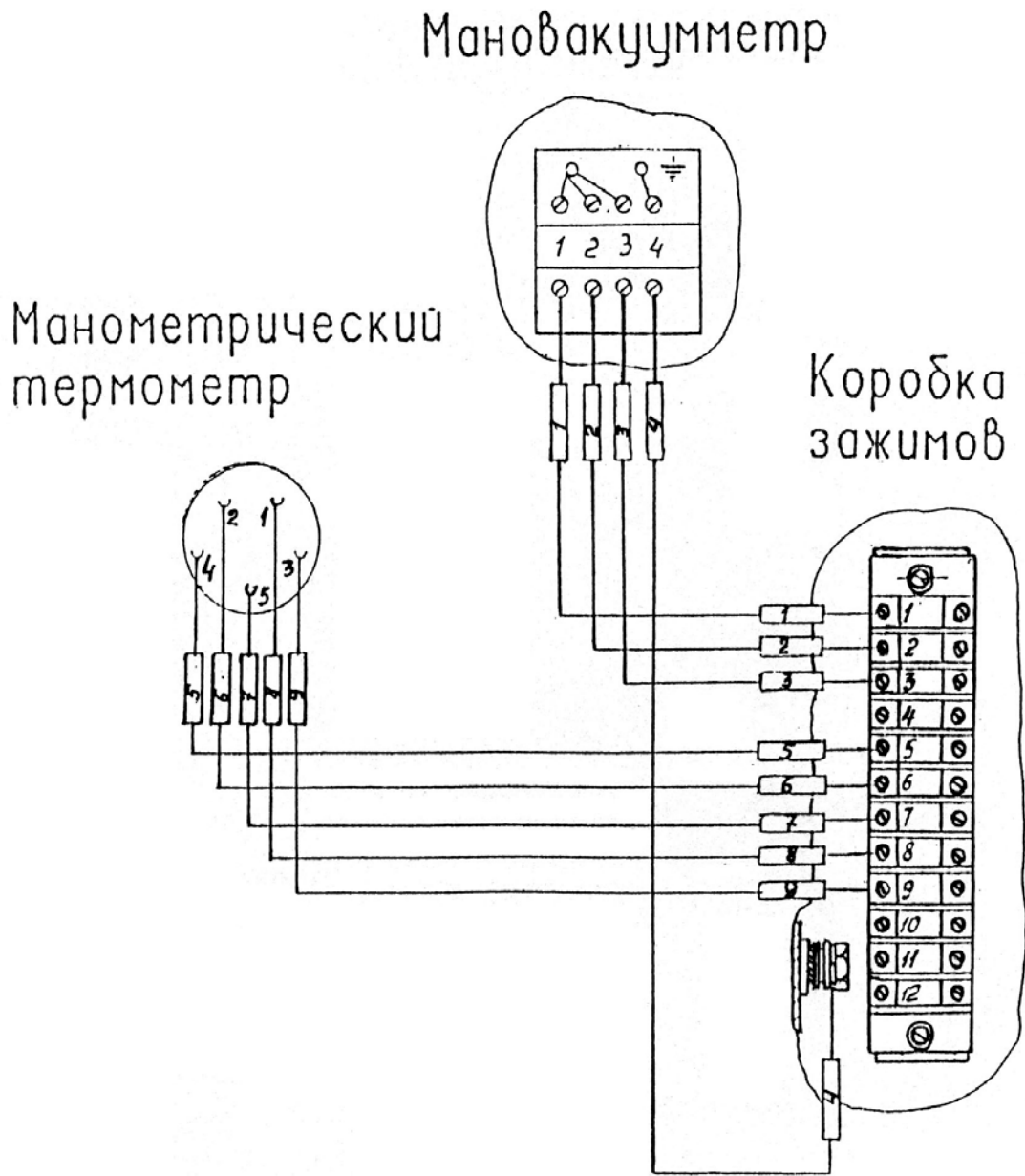
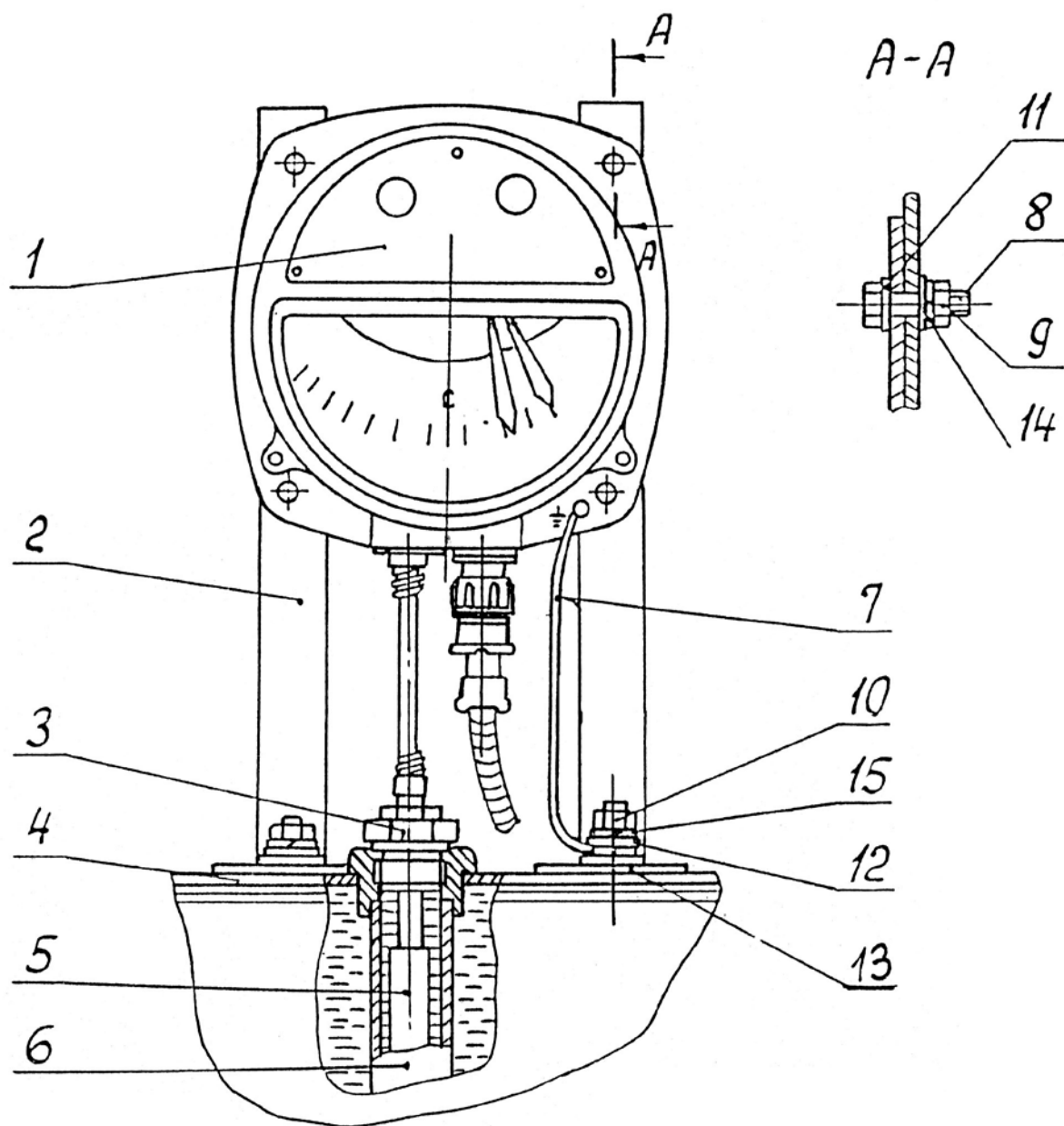


Рисунок 11 – Монтажная схема соединения коробки зажимов с контрольно-измерительными приборами



1 – манометрический термометр; 2 – уголок; 3 – зажимная гайка;
 4 – крышка бака; 5 – термобаллон; 6 – корпус гильзы; 7 – перемычка;
 8 – болт М6х25; 9 – гайка М6; 10 – гайка М10; 11 – шайба 6;
 12 – шайба 10; 13 – шайба 16; 14 – шайба пружинная 6; 14 – шайба пружинная 10

Рисунок 12 – Установка манометрического термометра

2.1.2.8 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.

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

- Правилами устройства электроустановок;
 - Объёмом и нормами испытания электрооборудования,
- а также другими действующими нормативно-техническими документами.

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 электропечей 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 испытываемая 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 “Объём и нормы испытания электрооборудования”.

2.1.4 Эксплуатация трансформатора

2.1.4.1 Максимально допустимые систематические нагрузки и допустимые аварийные перегрузки трансформатора должны соответствовать таблицам 1, 2.

В таблицах приведены значения K_2 и h для суточного прямоугольного двухступенчатого графика нагрузки трансформатора при различных значениях K_1 и $\theta_{\text{охл}}$.

Для промежуточных значений K_1 и $\theta_{\text{охл}}$ значение K_2 следует определять линейной интерполяцией.

$\theta_{\text{охл}}$ — температура окружающей среды, °С;

K_1 — начальная нагрузка, предшествующая нагрузке или перегрузке K_2 , или нагрузка после снижения K_2 , в долях номинальной мощности или номинального тока, определяемая по формуле (1);

$$K_1 = \frac{S_1}{S_{\text{ном.}}} = \frac{I_1}{I_{\text{ном.}}} \quad (1)$$

K_2 — нагрузка или перегрузка, следующая за начальной нагрузкой K_1 , в долях номинальной мощности или номинального тока, определяемая по формуле (2),

$$K_2 = \frac{S_2}{S_{\text{ном.}}} = \frac{I_2}{I_{\text{ном.}}} \quad (2)$$

где: I_1, S_1 — начальные ток и мощность, предшествующие нагрузке или перегрузке K_2 или нагрузке после снижения K_2 ;

I_2, S_2 — ток и мощность, на режиме, следующим за начальным.

h — продолжительность нагрузки K_2 на двухступенчатом суточном графике нагрузки, ч.

В таблице 1 обозначение (+) указывает на то, что для данного режима нагрузки расчетное значение $K_2 > 2.0$, но допускается его любое значение в интервале $1,5 < K_2 \leq 2.0$.

2.1.4.2 Трансформатор допускает продолжительную нагрузку нейтрали обмоток НН не более:

- для схемы соединения обмоток У/Ун – 25 %;
- для схемы соединения обмоток Д/Ун – 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.

Таблица 1

Нормы максимально допустимых систематических нагрузок

h, ч	K2 при значениях K1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\theta_{охл} = - 20^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = - 10^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = 0^{\circ} \text{C}$								
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 1

h, ч	K2 при значениях K1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\theta_{охл} = 10^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = 20^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = 30^{\circ} \text{C}$								
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 1

h, ч	K2 при значениях K1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\theta_{охл} = 40 \text{ } ^\circ \text{C}$								
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 2

Нормы допустимых аварийных перегрузок

h, ч	K2 при значениях K1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\theta_{охл} = -20 \text{ } ^\circ \text{C}$								
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 2

h, ч	K2 при значениях K1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\theta_{охл} = -10^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = 0^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = 10^{\circ} \text{C}$								
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 2

h, ч	K2 при значениях K1 = 0,25 – 1,0							
	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\theta_{охл} = 20^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = 30^{\circ} \text{C}$								
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
$\theta_{охл} = 40^{\circ} \text{C}$								
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

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 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 должно 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 ОТБОР ПРОБ И ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕ ПРОИЗВОДИТЬ!

2.1.4.8 Порядок работы с переключателем.

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

Переключение возбужденного трансформатора не допускается!

2.1.4.8.2 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 в другую стороны.

2.1.4.9. После истечения срока службы, указанного в паспорте, трансформатор подвергнуть проверке и испытаниям согласно действующему документу «Объём и нормы испытаний электрооборудования».

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

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 На протяжении всего срока службы трансформатора проведения профилактических ремонтов, связанных со вскрытием трансформатора, заменой и сушкой трансформаторного масла, не требуется.

Отбор проб и профилактические испытания масла не производить.

В остальном объем и периодичность испытаний трансформатора в эксплуатации должны соответствовать требованиям действующих правил технической эксплуатации трансформаторов.

3.2 Для своевременного обнаружения неисправностей трансформатор следует подвергать периодическому внешнему осмотру (без отключения трансформатора от сети). При осмотрах убедиться в отсутствии механических повреждений бака, изоляторов, течей масла, убедиться в целостности лако-красочных покрытий.

3.3 При возникшей в процессе текущей эксплуатации необходимости доливки по каким-либо причинам в трансформатор масла руководствоваться следующим:

а) работы по доливке производить после выявления и устранения причин снижения уровня масла в трансформаторе;

б) доливку можно выполнять при условии, что в трансформаторе уровень масла находится не ниже 200 мм от верхней плоскости фланца заливочного патрубка.

Если уровень масла находится ниже указанного размера, не исключено, что произошло увлажнение изоляции активной части и требуется проведение регламентных работ в условиях специализированного предприятия;

в) электрическая прочность доливаемого масла должна быть не ниже 30 кВ, температура – не ниже 10 °С. Остальные технические характеристики должны соответствовать нормативным документам на трансформаторное масло. Для доливки в пределах вышеуказанных уровней допускается применение не дегазированного трансформаторного масла;

г) температура трансформатора в процессе доливки должна быть не ниже 10 °С.

Примечание – Доливку маслом трансформатора, у которого не истек гарантийный срок эксплуатации, производить только по согласованию с предприятием-изготовителем.

3.4 Последовательность выполнения операций по доливке в трансформатор масла:

– открыть крышку заливочного патрубка и произвести замер уровня масла. Выполнение последующих операций производить при выполнении условия, изложенного в п. 3.3б;

– произвести доливку масла до полного заполнения заливочного патрубка;

– закрыть заливочный патрубок;

– отвернуть на 2...3 витка сливную пробку, расположенную в нижней части бака трансформатора, и слить 7...8 л масла, для снижения давления внутри бака трансформатора во время работы;

– завернуть сливную пробку.

3.5 До включения трансформатора под напряжение измерить сопротивление его изоляции. Результаты измерений должны соответствовать требованиям документа «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

3.6 В случае необходимости (при случайных механических повреждениях, повреждениях при нарушении правил эксплуатации и др.) вскрыть трансформатор в условиях специализированного предприятия 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.

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

3.8 Последовательность разборки трансформатора

3.8.1 Слить масло в чистый резервуар через штуцер внизу бака трансформатора, открыв сначала пробку этого штуцера, а затем, когда струя масла уменьшится, патрубков на крышке трансформатора. Штуцер внизу бака открывать осторожно, помня, что масло в трансформаторе, как правило, находится при некотором давлении или разрежении.

3.8.2 Отвернуть гайки со шпилек вводов НН, ВН и снять изоляторы НН.

3.8.3 Снять рукоятку переключателя и указатель положений.

3.8.4 Отвернуть болты, крепящие крышку к баку и снять крышку трансформатора.

3.8.5 Отвернуть гайки и вывести из зацепления скобы, крепящие активную часть к баку.

3.8.6 Поднять активную часть за серьги, расположенные на ярмовых балках, в соответствии с рисунком 13.

3.9 Последовательность сборки трансформатора.

3.9.1 Завернуть пробку в штуцер внизу бака.

3.9.2 Опустить активную часть в бак, предварительно проверив целостность и состояние уплотнительной прокладки, расположенной на раме бака. Крюками закрепить активную часть в баке.

3.9.3 Закрепить крышку на баке, затянув до отказа болты. Установить вводы НН, закрепить шпильки вводов, указатель положений и рукоятку переключателя.

3.9.4 Заполнить трансформатор маслом с электрической прочностью не менее 30 кВ до появления масла в патрубке крышки. 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.

3.9.5 Оставить трансформатор для выхода из активной части остатков воздуха на срок не менее двух суток.

3.9.6 После отстоя трансформатора при необходимости долить масло до полного заполнения заливочного патрубка. Закрыть патрубок крышкой, проверив предварительно целостность и состояние уплотнительной прокладки.

Температура масла в трансформаторе во время закрывания патрубка должна быть в пределах (40 ± 20) °С.

3.9.7 Объем испытаний и нормы контролируемых параметров трансформатора перед включением в работу после его вскрытия должны соответствовать требованиям действующего документа «Объем и нормы испытания электрооборудования».

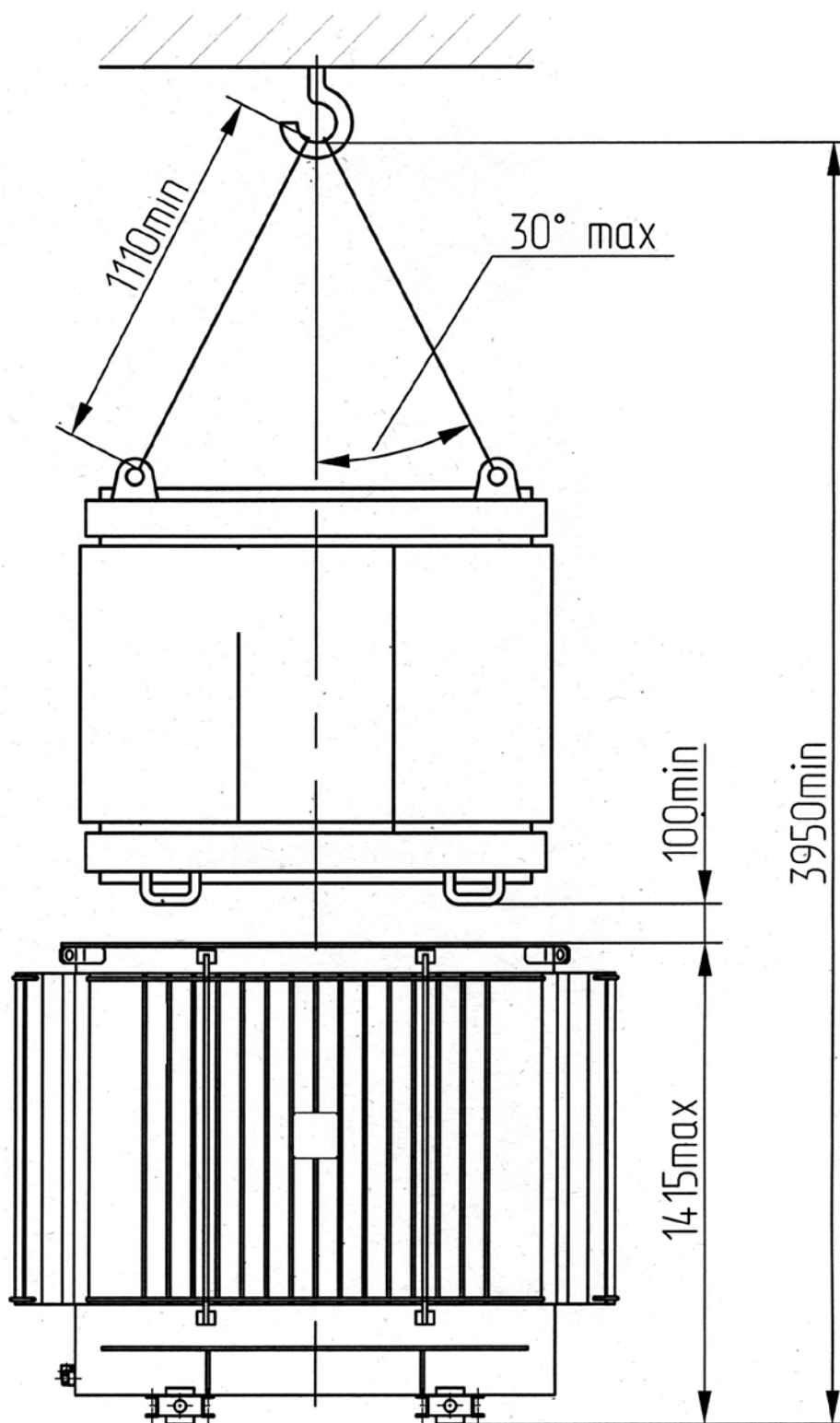


Рисунок 13 – Эскиз подъема активной части

4 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

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

4.2 Транспортирование трансформатора может осуществляться любым видом транспорта, 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, расположенные на баке. Стропы при этом должны быть такой длины, чтобы угол отклонения строп от вертикали не превышал 30°.

4.5 Поднимать трансформатор за серьги, приваренные к крышке, **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

4.6 **ВНИМАНИЕ!** Необходимо оберегать от механических воздействий гофростенку бака, так как она изготовлена из тонколистовой стали.

ЗАПРЕЩАЮТСЯ! Механические воздействия на проволоку, приваренную к гофрам по периметру бака трансформатора, во избежание повреждения гофростенки в местах сварки.

При механическом повреждении гофростенки предприятие-изготовитель имеет право снять установленные гарантии.

4.7 При длительном (более двух лет) хранении трансформатора необходимо периодически производить его наружный осмотр.

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

4.8 Отбор проб и испытания масла в процессе хранения трансформатора не производить.

4.9 Условия хранения трансформатора – 8 по ГОСТ 15150 – 69 (на открытых площадках при температуре от минус 60 до плюс 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 плюс 50 °С) – срок сохраняемости до двух лет при ежегодном внешнем осмотре трансформатора потребителем.

ВНИМАНИЕ!

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДНИМАТЬ ТРАНСФОРМАТОР ЗА СЕРЬГИ,
ПРИВАРЕННЫЕ К КРЫШКЕ.**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ НАРУШАТЬ ГЕРМЕТИЗАЦИЮ
ТРАНСФОРМАТОРА.**

5 УТИЛИЗАЦИЯ

5.1 Указания по утилизации приведены в паспорте трансформатора.

