

Тел - 109/10

УКРАИНА  
ОАО «УКРЭЛЕКТРОАППАРАТ»  
г. Хмельницкий



# ТРАНСФОРМАТОРЫ СИЛОВЫЕ МАСЛЯНЫЕ

мощностью от 25 до 2500 кВА  
на напряжение до 35 кВ

ОВП.460.020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.  
ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание (ТО) предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, конструкцией и работой трансформаторов типа ТМ, ТМФ, ТМЗ, ТМГ мощностью от 25 до 2500 кВА на напряжение до 35 кВ, а также для практического руководства при эксплуатации трансформаторов.

ТО содержит техническое описание, инструкцию по эксплуатации и приложения. Трансформаторы соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия», ГОСТ 11920-85 «Трансформаторы трехфазные силовые масляные общего назначения мощностью от 1000 до 80000 кВА на напряжение до 35 кВ включительно», ГОСТ 16555-75 «Трансформаторы силовые трехфазные герметичные масляные и с негорючим жидким диэлектриком», ТУ 3.06 Украины 002-92 (ИБШД.672.233.153 ТУ) «Трансформаторы силовые масляные мощностью от 25 до 250 кВА класса напряжения 10 кВ», ТУ УЗ.49-05758084-016-95 «Трансформаторы типа ТМБ, ТМЭ и ТМФ мощностью от 400 до 1000 кВА», ТУ 16-87 (ИБШД.672.333.032ТУ) «Трансформаторы типа ТМ-1600/10-82У1, ТМ-2500/10 напряжением 6-10 кВ».

При изучении изделий дополнительно необходимо пользоваться «Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей».

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Трансформаторы стационарные силовые масляные понижающие трехфазные двухобмоточные общего назначения нормального конструктивного исполнения мощностью от 25 до 2500 кВА напряжением до 35 кВ включительно, а также трансформаторы специального конструктивного исполнения (фланцевые и герметизированные) типа ТМФ и ТМЗ предназначены для нужд народного хозяйства.

1.2. Трансформаторы пригодны для внутренней и наружной установки и для работы в следующих условиях:

высота над уровнем моря до 1000 м;

температура окружающего воздуха от минус 45°C до плюс 40°C для трансформаторов, предназначенных для работы в условиях умеренного климата (исполнение «У» по ГОСТ 15150-69); от минус 60°C до плюс 40°C для трансформаторов исполнения «Хл» (исполнение для холодного климата);

относительная влажность воздуха не более 80% при 25°C для трансформаторов исполнения «У» и «Хл».

1.3. Трансформаторы не предназначены для работы в следующих условиях:

во взрывоопасной и агрессивной среде (содержащей газы, испарения, пыль повышенной концентрации и др.);

при вибрации и тряске;

при частых включениях со стороны питания.

При включениях трансформатор испытывает ударные толчки током. При этом отношение действующего значения тока к номинальному (кратность) не должно превышать значений, указанных в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Число ударных толчков тока в сутки	Кратность, не более
До 3 включений	4,0
Свыше 3 до 10	2,0
Свыше 10 до 1000	1,3

1.4. Буквенное обозначение типа трансформатора (в порядке следования) содержит следующие данные:

число фаз (для трехфазных — Т);

вид охлаждения (для естественного масляного — М);

вид защиты масла: исполнение трансформатора с защитой при помощи азотной подушки без расширителя (обозначается дополнительной буквой З) или специальное конструктивное исполнение (фланцевое исполнение — Ф).

После буквенного обозначения цифрами указываются номинальная мощность, класс напряжения, климатическое исполнение, категория размещения.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Трансформаторы выпускаются с номинальным напряжением первичной обмотки (обмотки высшего напряжения) до 35 кВ включительно.

Номинальные напряжения вторичных обмоток трансформатора (обмоток низшего напряжения), схемы и группы соединения обмоток в соответствии с таблицей 2.1.

2.2. Регулирование напряжения осуществляется переключением без возбуждения (ПБВ).

Для регулирования напряжения трансформаторы снабжаются высоковольтными переключателями, позволяющими регулировать напряжение ступенями по 2,5% на величину  $\pm 2 \times 2,5\%$  от номинального значения при отключенном от сети трансформаторе со стороны НН и ВН.

Переключатель присоединен к обмотке высшего напряжения.

2.3. Номинальные значения потерь холостого хода и напряжения короткого замыкания трансформаторов указаны в таблице 2.1.

Габаритные размеры и масса приведены в приложениях 15—34.

ПРИМЕЧАНИЕ. Трансформаторы выпускаются по двум уровням потерь холостого хода и тока холостого хода. Для трансформаторов первого уровня значения потерь холостого хода и тока холостого хода должны быть не более указанных в таблице 2.1. Предельные отклонения по ГОСТ 11677-85.

Трансформаторы с наименьшими потерями изготавливаются из стали 3406 толщиной 0,30 мм и других более высококачественных сталей марок 3407, 3408 и др. Для трансформаторов второго уровня устанавливаются значения потерь холостого хода и тока холостого хода более значительные, определяемые по таблице 2.1 (с предельными отклонениями по ГОСТ 11677-85), но не более чем на 10% по потерям и току холостого хода.

Таблица 2.1.

Обозначение гипса	Наименование параметра							тепловая потребная временная, ч
	номинальная мощность, кВА	сочетание напря- жений, кВ	схема и группа соедине- ний об- мотов	потери, Вт		напряже- ние корот- кого замы- кания, %	ток хо- лостного хода, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТМ-25/10	25	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	115	600 690	4,5 4,7	2,8	—
ТМ-40/10	40	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	155	880 1000	4,5 4,7	2,6	—
ТМ-63/10	63	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	230	1400 1460	4,5	3,4	—
ТМ-100/10	100	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	290	1900	4,5	2,2	—
ТМ-160/10 ТМГ-160/10	160	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	450	2600 3100	4,5	1,9	—
ТМ-250/10 ТМГ-250/10	250	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	700	3700 4200	5,0	1,9	—
ТМФ-400/10	400	10/0,4	Д/Ун-11	830	5900	4,5	2,0	—
ТМГ-400/10		6/0,4 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11		5500 5900			

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТМ-400/10	400	6/0,4 10/0,4	Д/Ун-11 У/Ун-0	830	5900 5500	4,5	2,0	—
ТМ-630/10 ТМГ-630/10	630	6/0,4 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	1050	7600 8500	5,5	1,8	—
ТМЗ-630/10	630	6/0,4; 6,3/0,4; 10/0,4	У/Ун-0	1050	7600	5,5	1,8	—
ТМ-1000/10	1000	6/0,4; 10/0,4	Д/Ун-11	1550	8500	5,5	1,2	—
ТМЗ-1000/10	1000	6/0,4; 6,3/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	1550	10800	5,5	1,2	—
ТМЗ-1600/10	1600	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	1950	10800	5,5	1,2	—
ТМ-1600/10	1600	6/0,4; 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11	1950	16500	6,0	1,0	—
ТМЗ-1600/10		6/0,69; 10/0,69	Д/Ун-11					
ТМ-2500/10	2500	6-10/0,4 6-10/0,69-0,4 6-10/3,15-6,3 10/0,4	У/Ун-0 Д/Ун-11 У/Д-11	3100	16500	6,0	0,8	—

### 3. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

3.1. Трансформаторы состоят из следующих основных узлов:

бак с радиаторами (охлаждителями);  
активная часть;  
вводы;  
маслорасширитель или маслоазоторасширитель;  
термосифонный фильтр и арматура;  
защитные устройства;  
контрольные приборы.

3.2. Бак трансформатора сварной. Баки трансформаторов мощностью 25—250 кВА имеют овальную форму, баки трансформаторов мощностью 400—2500 кВА прямоугольной формы. С целью увеличения поверхности охлаждения в трансформаторах мощностью 63—2500 кВА применяются радиаторы. Они состоят из ряда вертикальных охлаждающих труб, образующих параллельные пути сверху вниз для масла, циркулирующего внутри них.

Баки трансформаторов типа ТМ мощностью 25—1000 кВА и ТМГ мощностью 160—630 кВА могут быть прямоугольной формы и изготовлены из гофрированных (волнистых) стенок, обеспечивающих необходимую поверхность охлаждения.

На крышке бака трансформатора ТМ-1000, ТМ-1600, ТМ-2500 имеется кран для заливки масла.

В нижней части стенки бака имеется кран (пробка) для спуска масла, пробка для взятия пробы и болт заземления. Трансформаторы типа ТМ, ТМГ, ТМФ и ТМЗ имеют приваренную ко дну жесткую раму (швеллеры) с отверстиями для крепления трансформатора к фундаменту.

Трансформаторы типа ТМ мощностью 25—250; 400—2500 кВА и ТМГ мощностью 160—630 кВА снабжаются гладкими катками для продольного и поперечного передвижения.

Подъем бака и трансформатора в сборе осуществляется за крюки, расположенные под верхней рамой бака, обозначенные надписью на крышке «Крюк для подъема».

3.3. Активная часть состоит из остова, обмоток, высоковольтного переключателя.

Остов состоит из магнитопровода, верхнее и нижнее ярмо которого стянуты ярмовыми балками.

Магнитопровод трехстержневой, шихтованный из холоднокатаной электротехнической стали. Верхние ярмовые балки остова имеют ушко для подъема активной части.

Обмотки трансформаторов алюминиевые. Обмотки ВН трансформаторов типа ТМ мощностью 25—63 кВА выполнены из медного провода.

Расположение обмоток концентрическое. Регулирование напряжения осуществляется при помощи высоковольтного трехфазного переключателя реечного типа со скользящим контактом.

В переключателях реечного типа осуществлен самоустанавливающийся линейный скользящий контакт, расположенный на подвижной планке. Неподвижные контакты установлены на неподвижной планке, которая крепится к верхней консоли магнитопровода.

Концы регулировочных катушек обмоток ВН подключены к неподвижным контактам реечного высоковольтного переключателя. Вращение переключателя производится при помощи металлической вилки с концевиком, нижний конец которой соответственно соединен через барабан и зубчатую рейку с подвижной планкой, а верхний конец выходит на крышку трансформатора. На концевик устанавливается колпак привода переключателя.

3.4. Вводы ВН и НН наружной установки, съемные, изоляторы проходные фарфоровые (рис. 1, 2). При токе ввода 1000 А и выше к верхней части токоведущего стержня крепится специальный контактный зажим с лопаткой, обеспечивающий подсоединение плоской шины.

Вводы в трансформаторах ТМ, ТМГ расположены на крышке, а в трансформаторах типа ТМЗ, ТМФ — на узких стенках бака.

Вводы НН для трансформатора ТМ-1600/10 (приложение 12) выполнены двумя параллельными шпильками М33 на каждую фазу. При необходимости два параллельных ввода одной фазы могут быть соединены перемычкой сечением 800—1000 мм<sup>2</sup>, которая устанавливается на шпильках, перпендикулярно длинной оси трансформатора.

Вводы НН для трансформатора ТМ(З)-2500/10 (приложение 33) выполнены двумя параллельными шпильками М42 на каждую фазу. При необходимости два параллельных ввода одной фазы могут быть соединены перемычкой сечением 1800—2000 мм<sup>2</sup>, которая устанавливается на шпильках вдоль вертикальной оси трансформатора.

3.5. Трансформаторы типа ТМ и ТМФ снабжены маслорасширителем. Емкость расширителя обеспечивает наличие в нем масла при всех режимах работы трансформатора и при колебаниях температуры окружающего воздуха в соответствии с п. 1.2. Для доступа к внутренней поверхности маслорасширителя при ремонте трансформатора одна из крышек расширителя съемная.

3.6. На крышке бака трансформаторов типа ТМГ установлена емкость с маслом объемом 20—25 л с маслоуказателями, предназначенная для контроля уровня масла с целью дальнейшего предупреждения пробоев на корпус при аварийной утечке масла с трансформатора.

3.7. Для непрерывной очистки масла от продуктов, снижающих его диэлектрические свойства, трансформаторы мощностью 1000 кВА и выше снабжаются термосифонными фильтрами. Фильтр заполнен поглощающим веществом — сорбентом (силикагелем) (приложение 3).

3.8. Для защиты масла от воздействия наружной атмосферы трансформаторы типа ТМ и ТМФ снабжены воздухоосушителем (приложение 2).

Воздухоосушитель заполнен сорбентом, который поглощает из поступающего в трансформатор воздуха пыль и влагу. Масляный затвор пропускает воздух через слой сорбента только во время изменения уровня масла в расширителе.

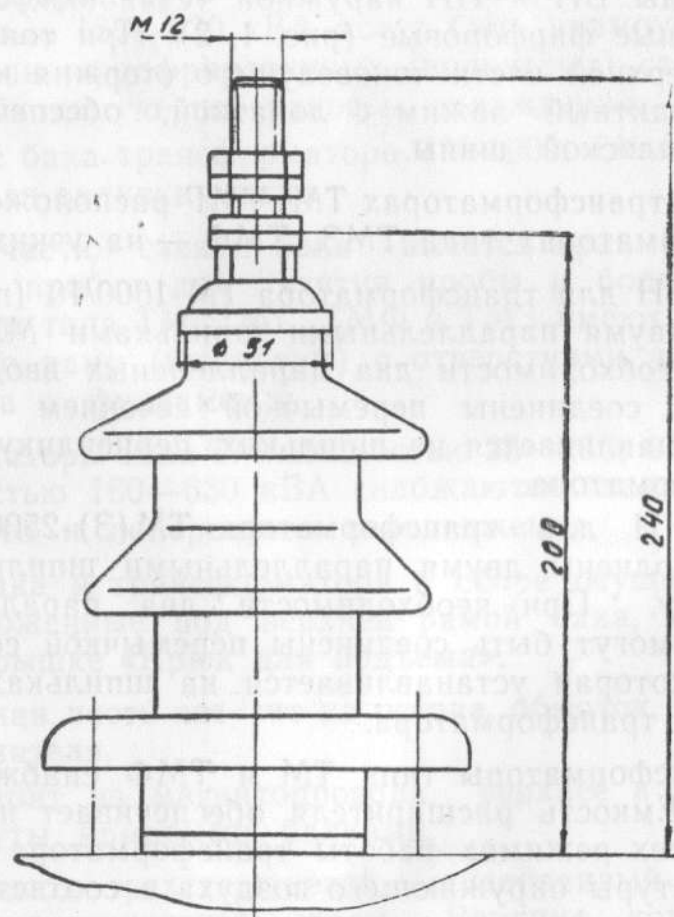


Рис. 1. Общий вид ввода на 10 кВ, 250 А.

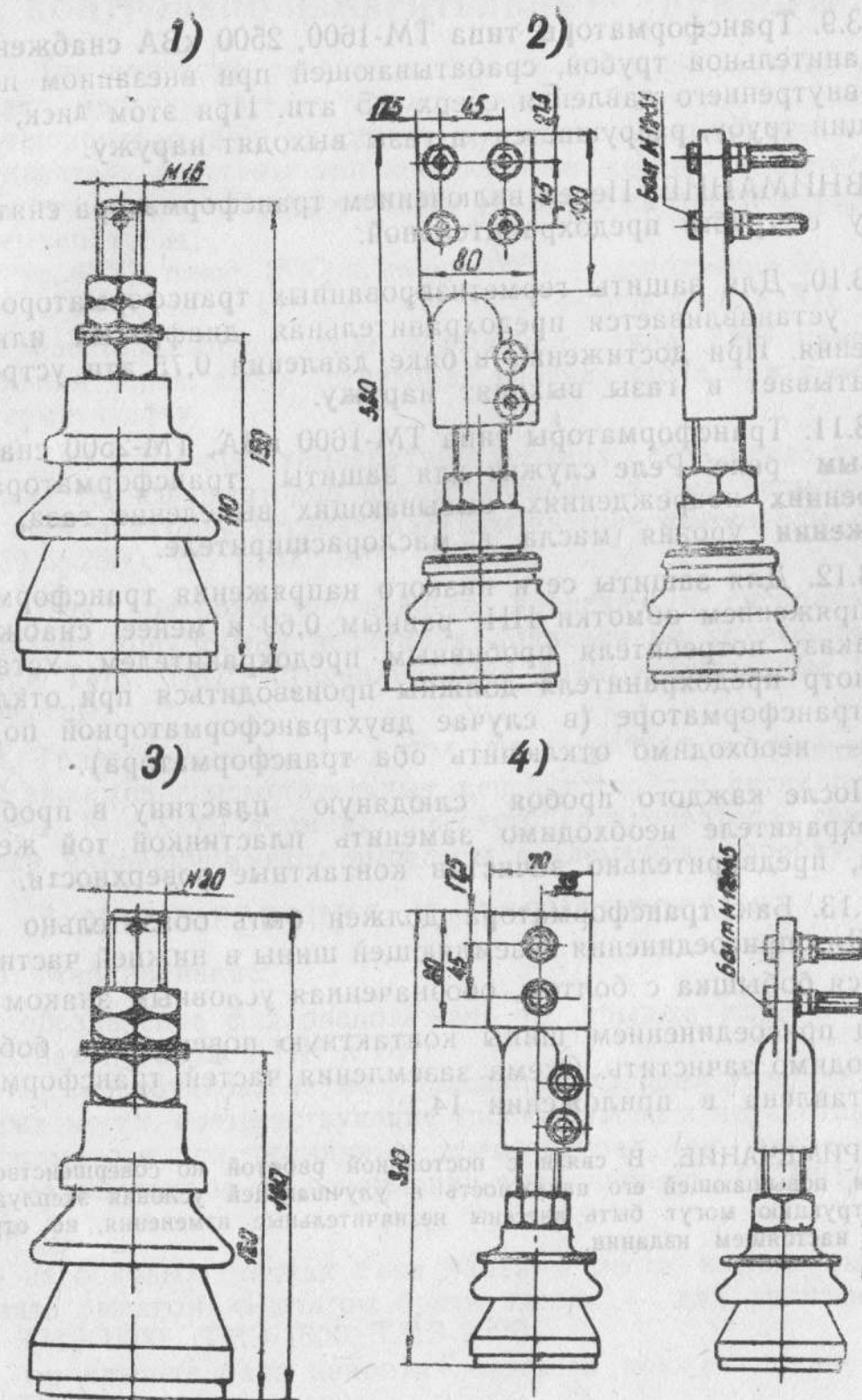


Рис. 2. Общий вид вводов на 1 кВ:

1) на ток до 400 А; 2) на ток до 1600 А; 3) на ток до 630 А; 4) на ток до 1000 А.

3.9. Трансформаторы типа ТМ-1600, 2500 кВА снабжены предохранительной трубой, срабатывающей при внезапном повышении внутреннего давления сверх 0,5 ати. При этом диск, закрывающий трубу, разрушается и газы выходят наружу.


**ВНИМАНИЕ!** Перед включением трансформатора снять упаковку с трубы предохранительной.

3.10. Для защиты герметизированных трансформаторов типа ТМЗ устанавливается предохранительная диафрагма или реле давления. При достижении в баке давления 0,75 ати устройство срабатывает и газы выходят наружу.

3.11. Трансформаторы типа ТМ-1600 кВА, ТМ-2500 снабжены газовым реле. Реле служит для защиты трансформатора при внутренних повреждениях, вызывающих выделение газа, и при понижении уровня масла в маслорасширителе.

3.12. Для защиты сети низкого напряжения трансформаторы с напряжением обмотки НН, равным 0,69 и менее, снабжаются по заказу потребителя пробивным предохранителем. Установка и осмотр предохранителя должны производиться при отключенном трансформаторе (в случае двухтрансформаторной подстанции — необходимо отключить оба трансформатора).

После каждого пробоя слюдяную пластину в пробивном предохранителе необходимо заменить пластинкой той же толщины, предварительно зачистив контактные поверхности.

3.13. Бак трансформатора должен быть обязательно заземлен. Для присоединения заземляющей шины в нижней части бака имеется бобышка с болтом, обозначенная условным знаком 

Перед присоединением шины контактную поверхность бобышки необходимо зачистить. Схема заземления частей трансформатора представлена в приложении 14.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

## 4. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

4.1. Для контроля уровня масла на трансформаторах устанавливают маслоуказатели. Маслоуказатель крепится на крышке маслорасширителя или на стенке маслоазоторасширителя. На маслоуказателе нанесены три контрольные метки, соответствующие уровню масла в неработающем трансформаторе при различных температурах:

минус 45°C, плюс 15°C и плюс 40°C — исполнение У;  
минус 60°C, плюс 15°C и плюс 40°C — исполнение ХЛ.

На маслоуказателе трансформатора типа ТМЗ нанесена контрольная черта, соответствующая уровню масла при температуре герметизации.

4.2. Для измерения температуры верхних слоев масла в баке на крышке трансформаторов предусмотрены гильзы. Термометрические сигнализаторы устанавливаются на трансформаторы серии ТМЗ-630 ÷ 2500, ТМ-1000, 1600, 2500.

4.3. Для контроля внутреннего давления и сигнализации о предельно допустимых величинах давления на трансформаторах типа ТМЗ, ТМГ устанавливаются электроконтактные мановакуумметры.


4.4. Трансформаторы типа ТМ, ТМФ и ТМЗ снабжены коробкой зажимов вспомогательных цепей устройств сигнализации и защиты. Контакты термометрического сигнализатора, газового реле или мановакуумметра выведены в клеммную коробку.

## 5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

### 5.1. Маркирование:

— обозначение фаз расположено на крышке или на узких стенках бака у вводов НН и ВН;

— на маслоуказателе маслорасширителя нанесены три контрольные метки, соответствующие уровню масла в неработающем трансформаторе при различных температурах (см. раздел 4.1);

— маркировка места заземления выполнена по ГОСТ 21130-75 знаком ;

— на боковых стенках бака указаны места, которые можно поддевать рычагом «Рычагом брать здесь» — для трансформаторов ТМЗ-1000, ТМЗ-1600, ТМЗ-2500;

— на крышке бака напротив каждого крюка сделана надпись «Крюк для подъема».

### 5.2. Пломбирование:

— баков трансформаторов произведено на болтах, крепящих крышку с рамой трансформатора;

- пробки для продувки азотом;
- пробки или крана для слива масла;
- нижней пробки маслорасширителя.

Пломбирование пробок и кранов не допускает разбора их частей и слива масла.

При нарушении пломб предприятие-поставщик имеет право снять гарантию, установленную техническими условиями.

## 6. УПАКОВКА

6.1. Перед упаковкой трансформаторов детали, подлежащие консервации, проверяются на отсутствие коррозии, очищаются от загрязнений, обезжириваются и просушиваются.

6.2. Консервации подлежат:  
выступающие наружу токоведущие шпильки, контактные лопатки, шайбы, гайки и колпаки вводов;  
заземляющие болты и шайбы;  
все приварные шпильки;  
контактные зажимы клеммной коробки;  
оси и внутренние поверхности роликов тележки;  
заводские щитки.

6.3. Консервацию производят на предприятии-изготовителе смазкой ПВК (пластичной) по ГОСТ 19537-83 и смазкой АМС-3 по ГОСТ 2712-75 в соответствии с требованиями ГОСТ 23216-78. Толщина покрытия в пределах от 0,5 мм до 1,5 мм. Срок годности консервации 12 месяцев.

6.4. На время транспортирования потребителям трансформаторы имеют временное защитное покрытие (консервацию), вводы и контрольные приборы защищены от повреждений.

6.5. Трансформаторы отправляют потребителю полностью собранные, залитые трансформаторным маслом.

6.6. После прибытия трансформатора к месту разгрузки должен быть произведен осмотр изделия заказчиком совместно с представителем транспортирующей организации.

При осмотре следует обратить особое внимание на состояние:

крепления трансформатора на железнодорожной платформе или транспорте;  
бака трансформатора, пломб, уплотнений, кранов, пробок. На баке трансформатора, вводах, расширителе, выхлопной трубе, термосифонном, воздухоосушительном фильтрах, приборах не должно быть каких-либо повреждений, все уплотнения и пломбы на месте разъема рамы и крышки, на кранах и пробках должны быть исправны. На баке, на платформе (или транспортере) не должно быть следов трансформаторного масла.

Результаты осмотра при наличии повреждений трансформатора или его составных частей фиксируются в акте.

## 7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. При монтаже, испытаниях и включении трансформаторов в зависимости от условий, рода и места выполняемых работ необходимо руководствоваться соответствующими инструкциями по технике безопасности.

7.2. Трансформаторы относятся к высоковольтным электрическим аппаратам, поэтому при монтаже и эксплуатации необходимо особое внимание обратить на соблюдение всех норм и правил технической эксплуатации электроустановок потребителей правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

7.3. Поднимать и перемещать трансформаторы следует осторожно. Трансформаторы и их активные части поднимают только за специально предназначенные для этой цели детали (крюки, подъемные скобы).

**ВНИМАНИЕ!** Поднимать и перемещать только за четыре крюка.

7.4. Категорически запрещается производить переключения трансформатора под напряжением (приложение 1).

7.5. При сушке или прогреве трансформаторов электрическими нагревателями или методом потерь в стали бака необходимо зону сушки ограждать, чтобы исключить возможность прикосновения людей к намагничивающей обмотке.

При этом бак, в котором производится сушка, заземляют. Помещение для сушки трансформатора и трансформаторного масла нужно вентилировать.

Запрещается применять для утепления бака при сушке легко воспламеняющиеся вещества — войлок, древесную стружку, ветошь, бумагу и др.

7.6. При ремонте трансформаторов необходимо помнить, что трансформаторное масло является быстровоспламеняющимся веществом, которое имеет высокую температуру горения и трудно поддается тушению. Поэтому все работы, и особенно связанные со сваркой, электропайкой и сушкой, следует производить очень осторожно, в соответствии с предусмотренными противопожарными правилами.

7.7. В помещениях, где установлены трансформаторы, не должны храниться легко воспламеняющиеся жидкости, запрещается курить, зажигать спички и пользоваться отопительными приборами с открытым огнем.



7.8. При аварийных ситуациях в трансформаторе: коротком замыкании, возгорании масла, сильном треске, короне, отсутствии масла в маслорасширителе — немедленно принять меры к отключению трансформатора со стороны ВН и НН до выяснения причин и их устранения (приложение 11).

## 8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

8.1. Необходимо принять меры по сокращению до минимума времени нахождения трансформатора в транспортном состоянии и не допускать его хранения больше чем 3 месяца со дня прибытия трансформатора.

8.2. Работы по выгрузке трансформатора производить с соблюдением действующих правил техники безопасности и мер, обеспечивающих сохранность трансформатора и его узлов.

8.3. Трансформаторы должны храниться в вертикальном положении в закрытом помещении или под навесом, предохраняющем от попадания влаги.

8.4. Термометрические сигнализаторы, термометры, мановакуумметры и другие приборы должны храниться в сухом помещении, если они не установлены на трансформаторы.

8.5. Если после прибытия трансформатора монтажные работы задерживаются сверх допустимого пребывания его в транспортном состоянии (см. п. 9.1), необходимо обеспечить контроль состояния масла по п. 9.5 настоящего технического описания. Герметизированные трансформаторы должны храниться при наличии избыточного давления азота в маслоазоторасширителе около 0,2 ати.

8.6. Во время хранения:

периодически контролировать уровень масла в расширителе; периодически, но не реже 1 раз в 3 месяца проверять состояние трансформатора в течение всего срока хранения, обнаруженные подтеки масла, ржавчину и т. п. немедленно устранить;

периодически осматривать и при необходимости подвергать переконсервации;

при хранении более 6 месяцев периодически, но не реже 1 раз в 3 месяца, проверять окраску индикаторного силикагеля воздухоосушителя. При появлении розовой окраски воздухоосушитель перезарядить (см. приложение 2);

периодически подкачивать азот, поддерживать в трансформаторах ТМЗ давление не менее 0,2 ати.

## 9. ПОДГОТОВКА ТРАНСФОРМАТОРА К МОНТАЖУ

9.1. До начала монтажа необходимо: изучить сопроводительную техническую документацию; подготовить монтажную площадку, оборудование и материалы; подготовить трансформатор и его узлы.

9.2. Снять консервирующую смазку со всех узлов и деталей трансформатора.

9.3. Осмотреть и очистить от пыли и влаги наружные поверхности вводов.

9.4. Наружным осмотром убедиться в отсутствии повреждения трансформатора и течи масла. Проверить уровень масла по маслоуказателю. При необходимости долить масло (см. приложение 4).

9.5. По прибытии трансформатора на место монтажа необходимо следующее.

9.5.1. Произвести отбор пробы масла через пробку в нижней части бака и определить пробивное напряжение. Пробивное напряжение должно быть не ниже 25 кВ.

9.5.2. Измерить сопротивление изоляции ( $R_{60}$ ) мегомметром 2500 В.

Измерения проводятся между: обмоткой низшего напряжения и корпусом; обмоткой высшего напряжения и корпусом; обмотками высшего и низшего напряжений.

Сопротивление изоляции для вновь вводимых трансформаторов не должно быть менее значений, указанных в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Наименьшие допустимые значения сопротивлений изоляции (МОм)  $R_{60}$  сток трансформатора в масле.

Температура обмотки, °С	10	20	30	40	50	60	70
$R_{60}$	450	300	200	130	90	60	40

ПРИМЕЧАНИЕ. Значения  $R_{60}$  относятся ко всем обмоткам.

При измерении сопротивления изоляции проверяют коэффициент абсорбции  $K = \frac{R_{60}}{R_{15}}$ . Величина коэффициента абсорбции должна быть не менее 1,2 при температуре плюс  $20 \pm 10^\circ\text{C}$ . Если

температура ( $t_2$ ), при которой производят измерение сопротивления изоляции при монтаже, отличается от температуры ( $t_1$ ) измерения изоляции на предприятии-изготовителе, то необходимо произвести перерасчет с помощью коэффициента  $C$ , значения которого приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Величина коэффициента  $C$  для перерасчета.

Разность температур $t_2-t_1$ , °C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Коэффициент, $C$	1,29	1,5	1,84	2,25	2,75	3,4	4,15	5,1	6,2	7,5	9,1	11,2	13,9	17

Например:  $t_2$  меньше  $t_1$ , тогда значение  $R_{60}$ , измеренное при монтаже, умножить на коэффициент  $C$ ;  
 $t_2$  больше  $t_1$ , тогда значение  $R_{60}$  делить на коэффициент  $C$ .

9.5.3. Измерить сопротивление обмоток — постоянному току на всех положениях переключателя. Сопротивления обмоток постоянному току следует измерять при помощи приборов классов точности не ниже 0,5.

Величины сопротивления разных фаз, измеренные при одинаковых положениях переключателя, не должны отличаться друг от друга более чем на  $\pm 2\%$ , если нет особых указаний в паспорте.

9.5.4. Измерить коэффициент трансформации на всех положениях переключателя согласно ГОСТ 3484.1-88 п. 2., измерения проводить следующим образом. К одной из обмоток трансформатора подводят напряжение и измеряют его соответствующим вольтметром. Одновременно другим вольтметром измеряют напряжение на другой обмотке трансформатора. Измерения следует проводить вольтметрами классов точности не ниже 0,2. При измерении коэффициента трансформации и омического сопротивления сопротивление проводов измеряемой цепочки должно быть не более 0,001 от внутреннего сопротивления вольтметров.

9.5.5. Если при испытании масла электрическая прочность будет ниже указанной и при сниженном значении сопротивления изоляции по сравнению с п. 9.5.2, трансформатор подлежит сушке одним из принятых методов.

9.5.6. Результаты испытаний трансформатора оформляются соответствующим протоколом. Несоответствие результатов измерения требованиям п. 9.5.3 и 9.5.4 или наличие механических повреждений указывают на возможность внутреннего повреждения при транспортировке.

## 10. МОНТАЖ И МОНТАЖНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

10.1. При монтаже необходимо руководствоваться инструкцией предприятия-изготовителя для отдельных узлов трансформатора (газового реле, термосигнализатора и др.) и настоящим ТО.

10.2. Трансформаторы включают в эксплуатацию без ревизии активной части. Вопрос о монтаже трансформатора без ревизии активной части решается монтирующей организацией на основании рассмотрения всех материалов, регламентируемых настоящей инструкцией, и оформляется специальным протоколом.

10.3. Для трансформаторов при нарушении требований настоящей инструкции в части транспортирования, выгрузки, хранения, которые могут привести к появлению дефектов в трансформаторе, которые не могут быть устранены без вскрытия, монтаж необходимо вести с ревизией активной части в соответствии с приложением 5 настоящей инструкции.

При необоснованной ревизии активной части трансформатора (что подтверждается нарушением пломбы на разъеме бака) предприятие-изготовитель имеет право снять гарантию, установленную техническими условиями.

10.4. Трансформаторы, имеющие газовое реле, установить на фундамент с подъемом со стороны расширителя на  $1-1,5^\circ$ .

10.5. Установить термометр или термосигнализатор (см. приложения 6, 7).

10.6. Перезарядить воздухоосушитель силикагелем (см. приложение 2) только при появлении розовой окраски индикаторного силикагеля.

10.7. Проверить положение подвижных контактов на мановакуумметре и термометрическом сигнализаторе.

Указатели давления на мановакуумметре должны находиться против цифр, указывающих давление минус 0,45 и плюс 0,75 кгс/см<sup>2</sup>.

Указатель максимальной температуры — правая стрелка на термосигнализаторе — должен находиться против  $95^\circ\text{C}$  для трансформаторов типа ТМ(З) и ТМФ. Левую стрелку установить на температуру  $90^\circ\text{C}$ .

При монтаже и проверке контрольно-измерительных приборов и защитных устройств надлежит руководствоваться отдельными инструкциями, прилагаемыми к ним.

10.8. Соединить клеммную коробку трансформатора с соответствующей системой защиты распределительного низкого напряжения (см. рис. 3, 4).

10.9. В трансформаторах серии ТМЗ снимите упаковку с предохранительной диафрагмы (см. приложение 9).

10.10. В трансформаторах типа ТМЗ необходимо проверить бак на герметичность азотом под давлением 0,2 ати в течение 5 часов при колебании температуры окружающего воздуха не более  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

Во время транспортировки, проведения погрузочно-разгрузочных работ, в течение срока хранения трансформатора и в других случаях возможно снижение давления азота за счет частичной разгерметизации, изменения температуры трансформатора и окружающей среды и даже при наличии полной герметизации маслоазоторасширителя (за счет поглощения азота маслом). Поэтому необходимо произвести дополнительную подпитку азотом. Если давление будет продолжать снижаться, то это указывает на нарушение герметичности. В этом случае необходимо найти место нарушения и устранить утечку азота. В случае полной разгерметизации необходимо продуть трансформатор азотом. Азот подводится к штуцеру открытого крана в верхней части бака при открытом кране с противоположной стороны бака в течение часа.

Перед включением трансформатора избыточное давление следует снизить до 0,1 ати.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Азот, изготавливаемый по ГОСТ 9293-74, может иметь влагу в баллонах и газе. Применение его для заполнения баков трансформаторов возможно только после удаления влаги.

Удаление влаги из баллонов с газом, который находится под высоким давлением (120—150 ати), производить следующим образом:

1) установить баллоны на специальные приспособления вниз вентилем на время не менее 8 часов;

2) после указанной выдержки, постепенно приоткрывая вентиль баллона, выпустить из него смесь газа с водой и после того как пойдет газ без воды, немедленно закрыть вентиль;

3) после слива влаги баллоны поставить вертикально (вентилем вверх) и пользоваться ими для заполнения бака трансформатора можно только после восьмичасового отстоя;

4) при заполнении трансформатора азотом из баллона необходимо снизить давление до 0,25—0,5 ати. Для этого необходимо применить любой редуктор, у которого в камере низкого давления можно создать давление 0,25—0,5 ати. На заводе применяется редуктор типа РК-53.

ТЕРМОСИГНАЛИЗАТОР

ГАЗОВОЕ РЕЛЕ

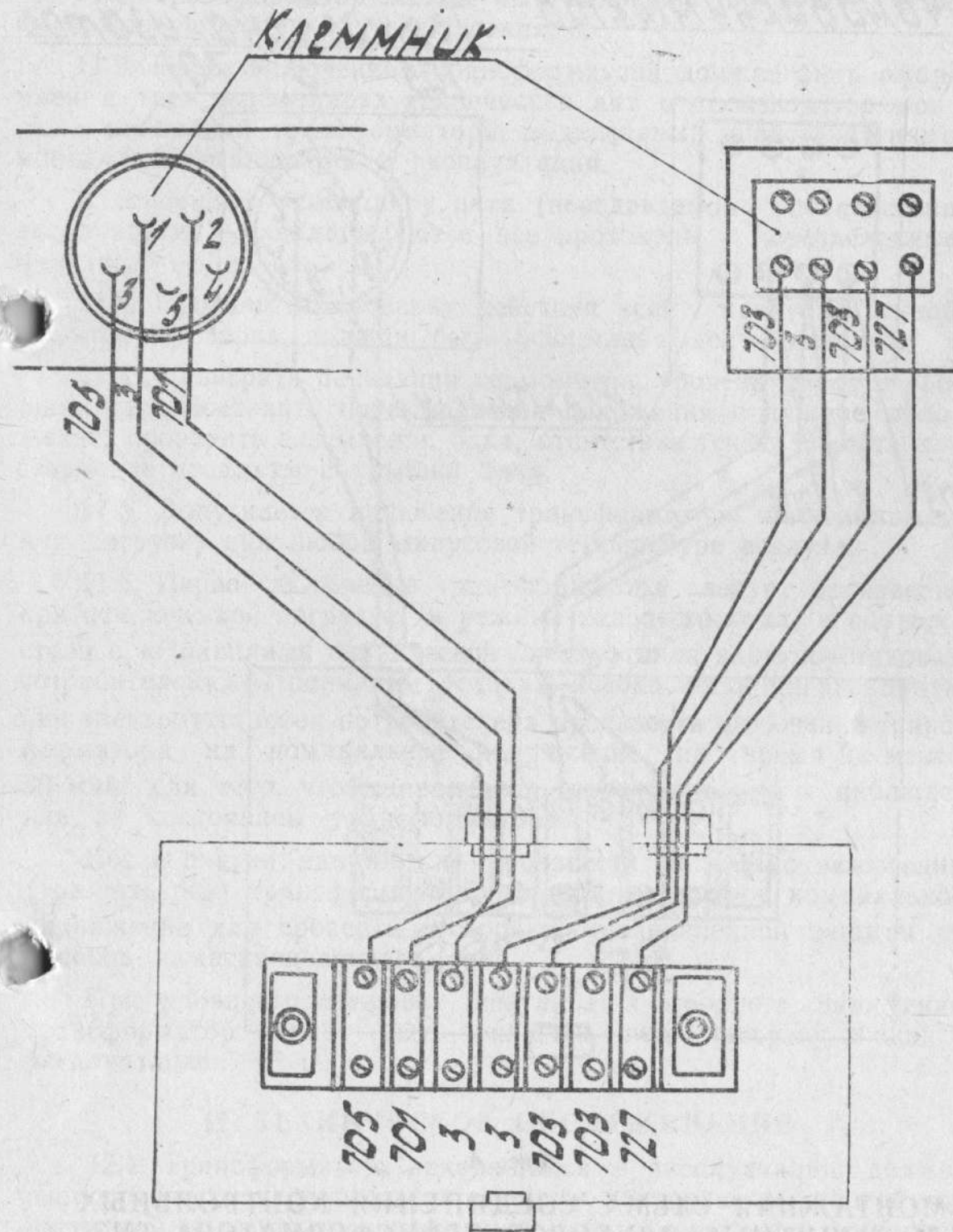


Рис. 3.

МОНТАЖНАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ И ЗАЩИТНЫХ ПРИБОРОВ ТРАНСФОРМАТОРА

## 11. ВКЛЮЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА

11.1. Трансформатор может быть включен без сушки, если выдержаны требования приложения 8.

11.2. Перед включением трансформатора должен быть оформлен в трех экземплярах технический акт о производстве монтажа, испытаний трансформатора, подписанный представителями монтажной организации и эксплуатации.

К основному экземпляру акта (передаваемому впоследствии эксплуатации) прикладываются все протоколы, перечисленные в акте.

11.3. Произвести проверку действия всей предусмотренной защиты. Проверка должна быть оформлена документацией.

11.4. Проверить показания термометра, уровень масла в расширителе. Поставить переключатель положений в нужное положение, проверить заземление бака, отсутствие течей, удалить посторонние предметы с крышки бака.

11.5. Допускается включение трансформатора на номинальную нагрузку при любой минусовой температуре воздуха.

11.6. Первое включение трансформатора следует произвести при отключенной нагрузке (в режиме холостого хода) в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» произвести включение трансформатора на номинальное напряжение на время не менее 30 мин. для того, чтобы произвести прослушивание и наблюдение за состоянием трансформатора.

После снятия напряжения произвести несколько включений (три-пять раз) трансформатора толчком на полное номинальное напряжение для проверки отстройки установленной защиты от рывков намагничивающего тока.

При удовлетворительных результатах пробного включения трансформатор может быть включен под нагрузку и сдан в эксплуатацию.

## 12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

12.1. Трансформатор, находящийся в эксплуатации, должен систематически подвергаться текущему контролю за работой под нагрузкой и плановым профилактическим осмотрам и ремонтам.

12.2. Осмотр трансформаторов без их отключения должен проводиться в следующие сроки с оформлением записей в специальном журнале:

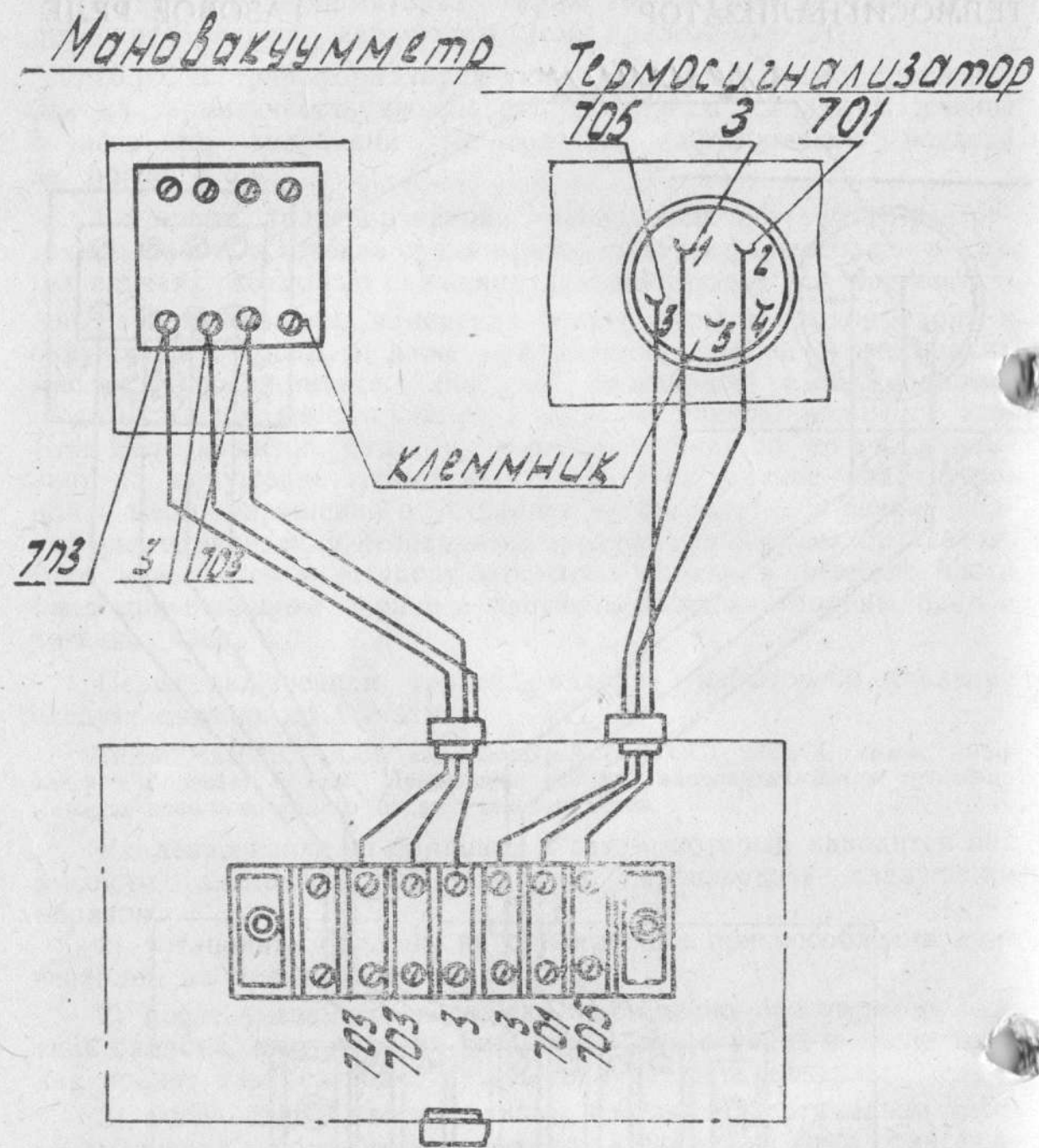


Рис. 4.

### МОНТАЖНАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ И ЗАЩИТНЫХ ПРИБОРОВ ТРАНСФОРМАТОРА ТМЗ

В электроустановках с постоянным дежурством персонала 1 раз в сутки;

в электроустановках без постоянного дежурства персонала — не реже чем 1 раз в месяц, а в трансформаторных пунктах — не реже чем 1 раз в 6 месяцев.

12.3. При осмотре трансформатора должны быть проверены: показания термосигнализатора и сделана соответствующая запись;

соответствие уровня масла в расширителе температурной отметке;

состояние индикаторного силикагеля в воздухоосушителе. Изменение цвета отдельных зерен силикагеля на розовый свидетельствует о его увлажнении;

места уплотнений для выявления их дефектов и течи масла; характер гудения трансформатора (во время работы должен быть слышен умеренный, равномерно гудящий звук, без резкого шума и треска);

состояние заземления бака, диафрагмы в предохранительной трубе, термосифонного фильтра, изоляторов.

12.4. При текущих ремонтах с отключением трансформатора долить необходимое количество очищенного сухого масла, открыть нижнюю пробку расширителя и спустить скопившийся в нем осадок.

12.5. У трансформаторов мощностью 1000, 1600 и 2500 кВА производить сокращенный анализ пробы масла, находящегося в эксплуатации, не реже одного раза в три года.

12.6. При срабатывании газовой защиты необходимо выяснить причину. Срабатывание защиты на сигнал происходит в следующих случаях:

при попадании в трансформатор воздуха при очистке масла;

при медленном понижении уровня масла вследствие наличия течи масла;

при повреждениях трансформатора, сопровождаемых слабым газообразованием.

Срабатывание газовой защиты на отключение или одновременно на сигнал и отключение свидетельствует о внутренних повреждениях, значительной утечке масла, при которых дальнейшая работа трансформатора недопустима. Иногда отключение может быть вызвано выделившимся из масла воздухом.

Необходимо определить количество скопившегося в реле

газа, его цвет и химический состав. Горючесть газа указывает на внутренние повреждения трансформатора.

По цвету газа можно определить характер повреждения: желтый цвет свидетельствует о повреждениях деревянных деталей, бело-серый — бумаги или картона, черный — масла. Цвет газа необходимо определить немедленно после отключения трансформатора, так как окраска через некоторое время может исчезнуть.

12.7. По измерительным приборам контролируется режим работы трансформатора, измеряется его нагрузка и напряжение. В нормальных условиях эксплуатации ток должен быть не выше номинального. Аварийная перегрузка трансформаторов допускается в следующих размерах:

Перегрузка по току сверх номинального, %	10	10	10	10	20	30	40	70
Длительность перегрузки, ч	24	1	8	6	4	2	1	0,5

12.8. Допускается работа трансформаторов в умеренном климате при температуре окружающего воздуха плюс 45°C при условии, что нагрузка трансформатора не будет превышать 0,9 от номинальной.

12.9. Трансформаторы допускают продолжительную работу (при мощности не выше номинальной) при превышении напряжения на любом ответвлении любой обмотки на 10% более номинального напряжения данного ответвления. При этом напряжение на любой обмотке не должно превышать наибольшее рабочее напряжение.

12.10. Допускается длительная перегрузка одной или двух обмоток по току на 5% номинального тока ответвления, если напряжение на ответвлении не превышает номинального.

12.11. Наибольший установившийся ток короткого замыкания для трансформаторов рассчитывается по формуле  $I_n = \frac{U_n}{U_k}$ , где  $U_n$  — номинальное напряжение,  $U_k$  — напряжение короткого замыкания. Наибольшая продолжительность короткого замыкания на зажимах трансформаторов — 4 с.

12.12. Превышение температуры верхних слоев масла над температурой охлаждающей среды не должно превышать 60°C.

12.13. При заметном возрастании кислотного числа масла (более 0,1...0,15 мг КОН/г) необходимо произвести перезарядку термосифонного фильтра (см. приложение 3).

12.14. Текущие ремонты трансформаторов с их отключением производятся:

трансформаторов центральных распределительных подстанций — не реже чем 1 раз в 2 года;

трансформаторов, установленных в местах усиленного загрязнения, — по местным инструкциям;

всех остальных трансформаторов — по мере необходимости, но не реже чем 1 раз в 4 года.

12.15. Осмотр трансформатора с его отключением и подъемом активной части производится по мере необходимости в зависимости от результатов измерения и состояния трансформатора в сроки, установленные службой эксплуатации после 12 лет эксплуатации трансформатора. Рекомендуется такие ремонты проводить выборочно, на трансформаторах, работающих в наихудших условиях. На основании результатов проведения этих ремонтов может быть выработано мнение о необходимости проведения капитальных ремонтов в течение всего срока службы трансформатора.

12.16. Ремонт трансформаторов со сменой обмоток производить на ремонтных предприятиях, оснащенных специальным оборудованием.

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

### 13. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

#### ИНСТРУКЦИЯ

#### ПО ПОЛЬЗОВАНИЮ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

Проверка работоспособности переключающего устройства давления контактов производится на заводе-изготовителе и не требует дополнительной проверки.

Переключатель предназначен для переключения ступеней напряжения трансформатора при отключенном от сети трансформаторе (переключение без возбуждения).

Перед переключением необходимо отключить трансформатор как со стороны высшего, так и со стороны низшего напряжения.

Переключение возбужденного трансформатора не допускается!

Для переключения необходимо:

отвинтить винт (рис. 5), фиксирующий положение колпака привода во фланце;

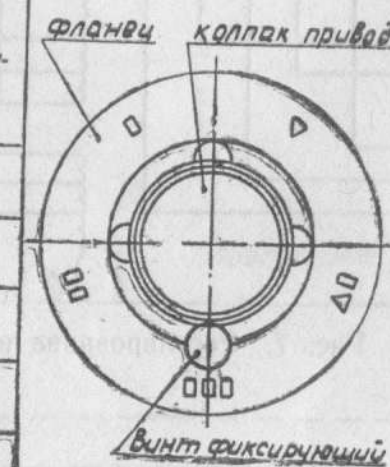
повернуть колпак привода до появления щелчка при совпадении оси фиксирующего винта с отверстием фланца и указателя колпака со знаком фланца, соответствующим нужной величине напряжения;

о правильности установки контактов переключателя свидетельствует наличие свободного вращения фиксирующего винта колпака по и против часовой стрелки на 5 градусов относительно отверстия во фланце, соответствующего нужной величине напряжения;

завинтить фиксирующий винт до входа его в отверстие фланца.

Включение трансформатора с незафиксированным положением колпака переключателя не допускается!

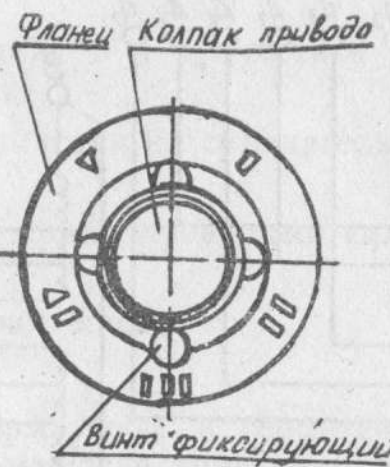
Замыкание контактов по схеме	Символическое изображение цифр на фланце	Изменение напряжения в процентах
V	▽	-5
IV	□▽	-2,5
III	□□□	0
II	□□	+2,5
I	□	+5



Фланец колпак привода  
Винт фиксирующий

Рис. 5. Таблица положений переключателя трансформаторов типа ТМФ мощностью 400 кВА и ТМ, ТМГ, ТМФ, ТМЗ мощностью 630—2500 кВА.

Замыкание контактов по схеме	Символическое изображение цифр на фланце	Изменение напряжения в процентах
I	□	-5
II	□□	-2,5
III	□□□	0
IV	□▽	+2,5
V	▽	+5



Фланец колпак привода  
Винт фиксирующий

Рис. 6. Таблица положений переключателя трансформаторов типа ТМ, ТМГ мощностью 25—400 кВА.

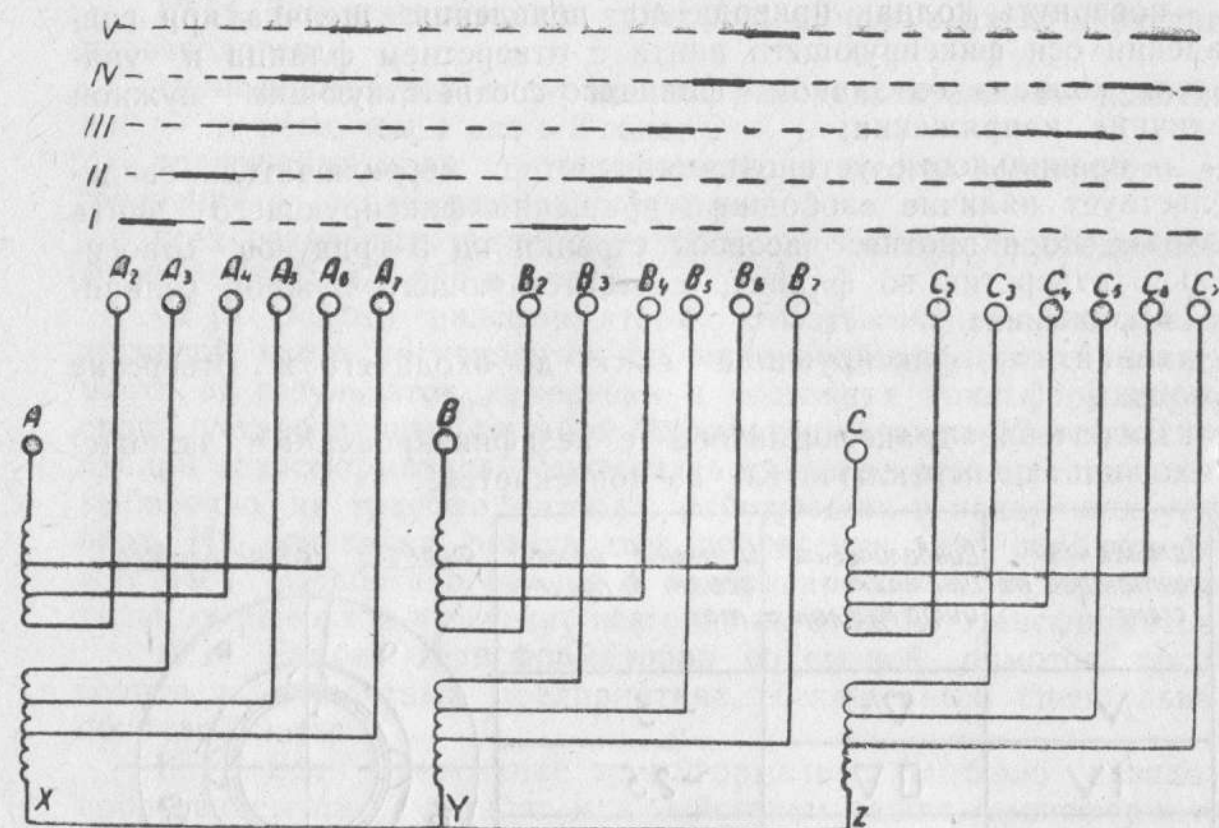


Рис. 7. Регулирование напряжения переключателем в схеме «Звезда».

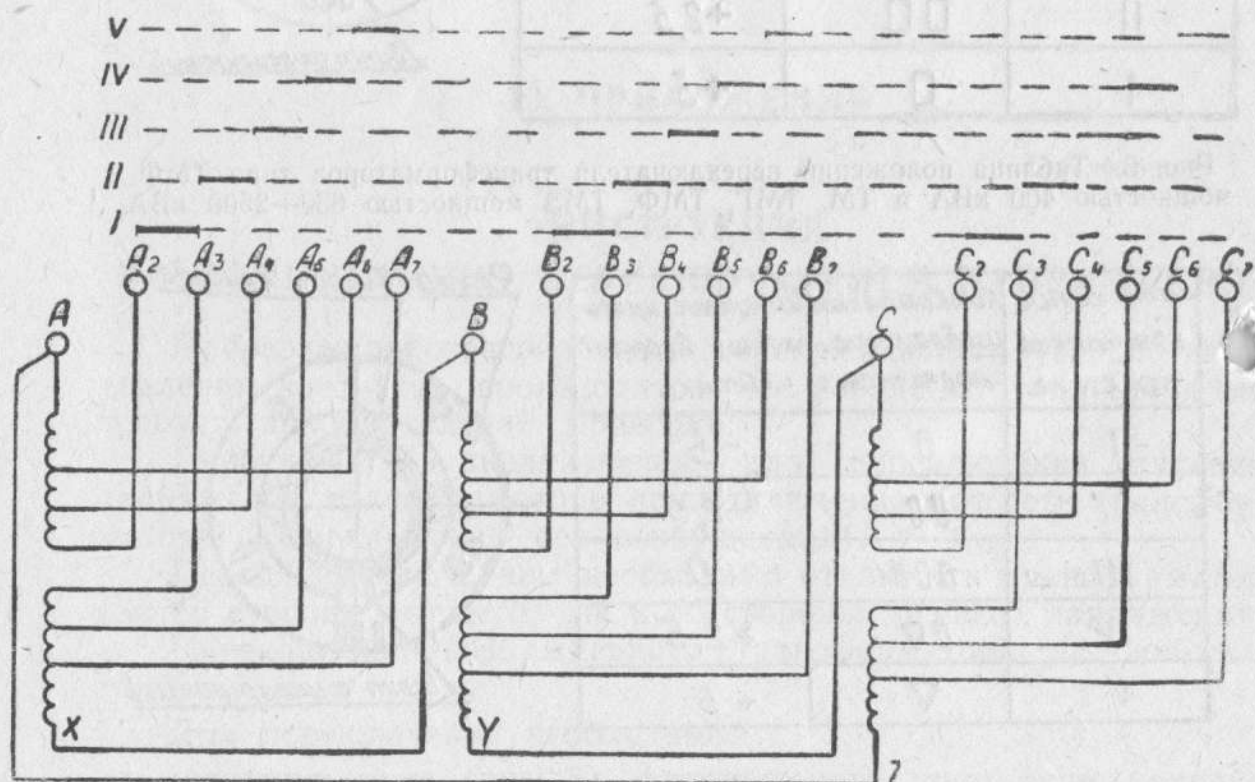


Рис. 8. Регулирование напряжения переключателем в схеме «Треугольник».

Схема регулирования напряжения переключателем показана на рис. 7 и 8.

В случае течи в уплотнении переключателя следует отвернуть винт на колпаке привода, снять колпак и подтянуть находящуюся под ним гайку сальника или установочную гайку, после чего снова закрепить колпак.

Для очистки контактной системы переключателя от окиси и шлама рекомендуется при каждом переключении, но не реже одного раза в 6 месяцев производить прокручивание переключателя до 10—15 раз в одну и другую стороны в отключенном состоянии.

Приложение 2

### ИНСТРУКЦИЯ ПО ПЕРЕЗАРЯДКЕ ВОЗДУХОосушителя ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМ-1600, ТМ-2500

Для перезарядки воздухоосушителя силикагелем необходимо (рис. 9):

- 1) снять крышку 1, прозрачный колпак 6 и прочистить затвор 2 и трубу затвора;
- 2) засыпать в колпак 6 сухой индикаторный силикагель 5 и установить его на место;
- 3) засыпать в трубу затвора 2 сухой гранулированный силикагель 4;
- 4) залить в затвор 2 трансформаторное масло 3;
- 5) установить крышку 1.

Силикагель поставляется с трансформатором в герметично закрытом полихлорвиниловом мешке. В мешочке упакованы два типа силикагеля: гранулированный (большой пакет) и индикаторный (малый пакет).

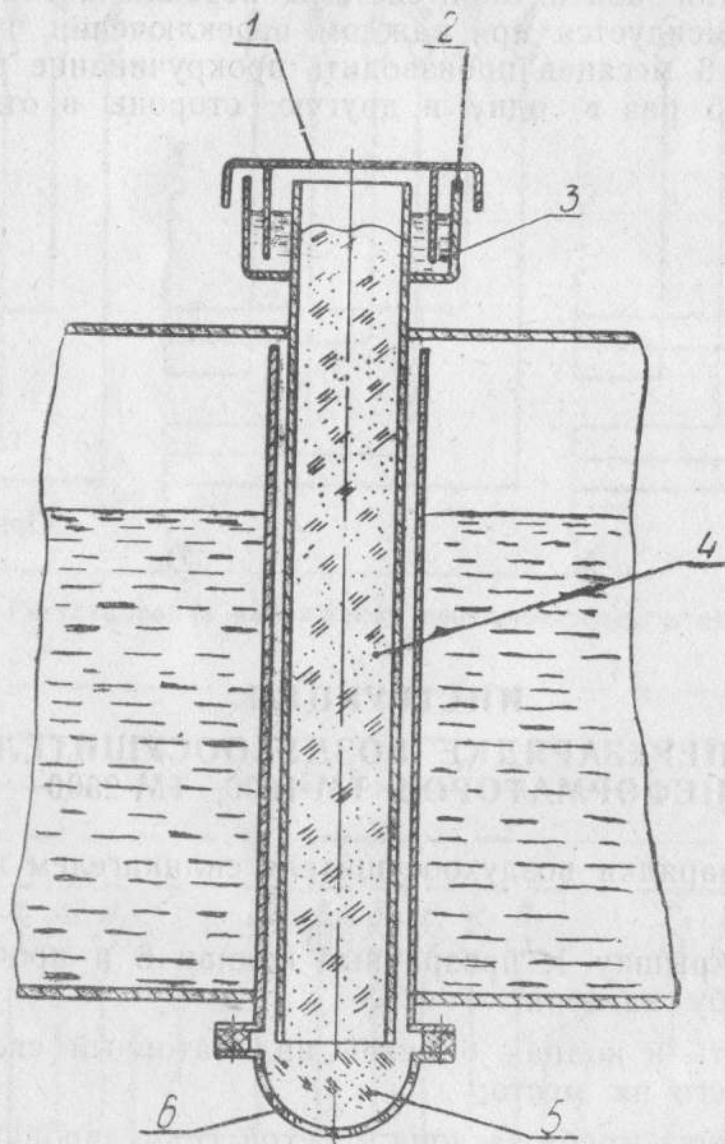


Рис. 9. Воздухоосушитель с масляным затвором.

1 — крышка; 2 — затвор; 3 — масло трансформаторное; 4 — силикагель гранулированный; 5 — силикагель индикаторный; 6 — колпак.

## ИНСТРУКЦИЯ ПО ПЕРЕЗАРЯДКЕ ВОЗДУХООСУШИТЕЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТМ-25 ÷ ТМ-1000

Для перезарядки воздухоосушителя силикагелем необходимо (рис. 9а):

- 1) снять прозрачный колпак, фланец воздухоосушителя, корпус масляного затвора;
- 2) удалить имеющийся в воздухоосушителе сорбент;
- 3) установить корпус масляного затвора;
- 4) залить масло через трубку воздухоосушителя;
- 5) засыпать в воздухоосушитель сорбент;
- 6) установить прозрачный колпак с силикагелем-индикатором.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В случае увлажнения или повреждения герметичной упаковки силикагеля и сорбента (при увлажнении силикагель-индикатор меняет свою окраску с голубой на розовую) они должны быть просушены.



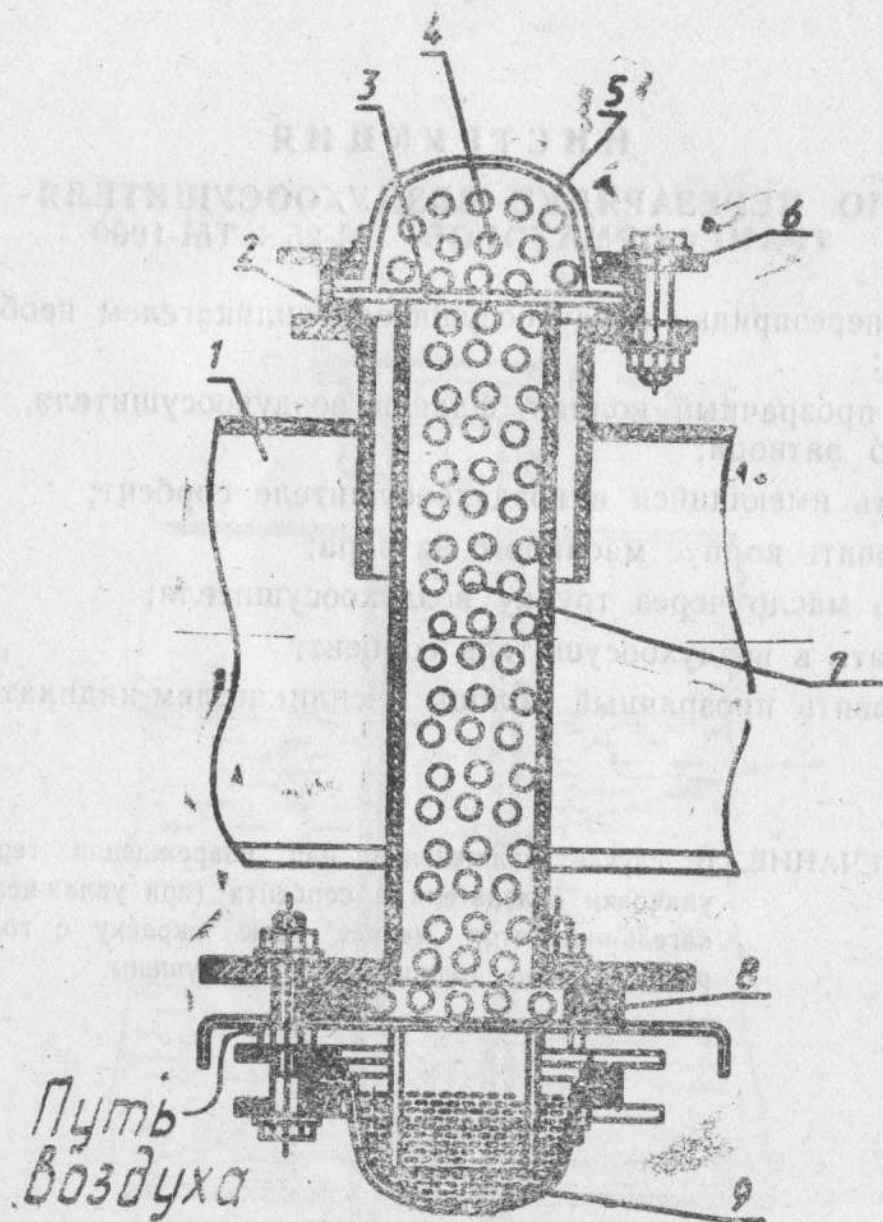


Рис. 9а. Воздухоосушитель

- 1 — труба маслорасширителя; 2 — уплотнение; 3 — решетка; 4 — силикагель;  
 5 — колпак прозрачный; 6 — фланец; 7 — сорбент; 8 — уплотнение;  
 9 — масло.

### ИНСТРУКЦИЯ ПО ЗАРЯДКЕ ТЕРМОСИФОННОГО ФИЛЬТРА

Для зарядки термосифонного фильтра применяется сорбент — силикагель марки КСК или гранулированный по ГОСТ 3956-76.

Сорбенты, доставленные в негерметичной упаковке, перед засыпкой в фильтр необходимо просушить при температуре 140°C в течение 8 часов.

Сорбенты, доставленные в исправной герметичной таре, могут применяться без сушки. Вскрытие тары должно производиться непосредственно перед засыпкой сорбента в фильтр.

Для перезарядки термосифонного фильтра необходимо (рис. 10):

1) слить масло из расширителя через нижнюю пробку (для трансформаторов с газовым реле перекрыть кран газового реле);

2) снять крышку 1 термосифонного фильтра, вынуть сетку 3 с сорбентом и удалить сорбент;

3) засыпать в сетку просушенный и просеянный сорбент и установить ее на место;

4) закрыть крышку термосифонного фильтра;

5) долить масло в расширитель и выпустить воздух из бачка термосифонного фильтра через верхнюю пробку 2. Наличие циркуляции масла через термосифонный фильтр подтверждается большим нагревом верхней части фильтра по сравнению с нижней.

В таблице указана масса силикагеля для зарядки термосифонного фильтра в зависимости от мощности трансформатора.

Мощность трансформатора, кВА	Масса силикагеля для зарядки фильтра, кг
400	6,3
630	7,3
1000	9,2
1600	13,0

## ИНСТРУКЦИЯ

### О СЛИВЕ, ЗАЛИВКЕ, ДОЛИВКЕ И ПОРЯДКЕ СМЕШЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ

#### 1. Слив масла произвести:

- в трансформаторах мощностью 1000 кВА и выше через кран для спуска масла;
- в трансформаторах мощностью 25—630 кВА и ТМЗ-1000 через отверстие под пробку для слива и взятия пробы масла.

Трансформаторное масло слить в заранее подготовленную тару. После окончания слива масла через отверстие в дне бака слить остатки масла из бака.

#### 2. Заливку масла произвести:

- для трансформаторов мощностью 25 — 630 кВА через отверстие для установки ртутного термометра на крышке;
- для трансформаторов типа ТМ-1000 ÷ 2500 через плоский кран на крышке трансформатора;
- для трансформаторов типа ТМЗ через отверстие в крышке под реле давления (отверстие под установку предохранительной диафрагмы).

#### 3. Доливку трансформатора маслом произвести в такой последовательности.

3.1. Через отверстие под верхнюю пробку расширителя или отверстие под пробку на дне маслоазоторасширителя долить в трансформатор масло до уровня, соответствующего температуре масла во время заливки по шкале маслоуказателя. Для доливки можно использовать масло, удовлетворяющее условиям:

- электрическая прочность 25 кВ;
- падение температуры вспышки в трансформаторе не более чем на 5°C от первоначальной;
- кислотное число не более 0,2 мг КОН/г;
- реакция водной вытяжки нейтральная, допускается содержание водорастворимых кислот не более 0,01 мг КОН/г;
- натровая проба базового масла, оптическая плотность в кювете 20 мм, не более 0,4;
- отсутствие механических примесей (визуально).

3.2. Ослабить пробку термосифонного фильтра, пробку на дне маслоазоторасширителя и гайки ввода для выхода воздуха.

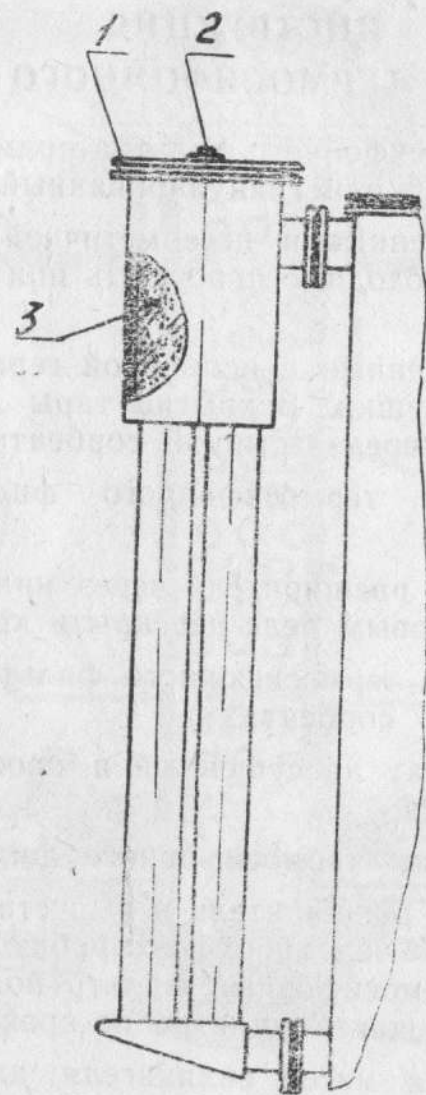


Рис. 10. Термосифонный фильтр, встроенный в радиатор  
1 — крышка; 2 — пробка; 3 — сетка.

3.3. После появления масла в отверстиях пробки, последние завернуть до уплотнения.

4. Настоящая инструкция распространяется на случаи смешения товарных трансформаторных масел, не бывших в эксплуатации, показатели которых соответствуют требованиям следующих стандартов и технических условий: ГОСТ 982-80, ГОСТ 10121-76, ТУ 38-101.281-80 «Масло трансформаторное абсорбционной очистки».

5. Действие инструкции распространяется на случай применения указанных выше масел на местах монтажа трансформаторов у потребителей, а также при доливке масла в трансформаторы при ревизиях и осмотрах.

6. Не бывшими в эксплуатации следует считать масла, поступающие потребителям непосредственно от предприятий-изготовителей или баз хранения масла, а также масла, залитые в трансформаторы на предприятиях-изготовителях, но не бывшие в работе.

7. Масла по ГОСТ 982-80 (сорт ТК) и по ТУ 38-101.281-80, не содержащие антиокислительной присадки (неингибированные масла), допускается смешивать друг с другом в любых соотношениях.

8. Масла, содержащие антиокислительную присадку «ионол» (ингибированные масла) по ГОСТ 982-80, ГОСТ 10121-76 допускается смешивать друг с другом в любых соотношениях.

9. Допускается смешивать ингибированные трансформаторные масла с неингибированными в исключительных случаях.

При этом стабильность смеси должна быть не хуже стабильности неингибированного масла.

## 1. РЕВИЗИЯ ТРАНСФОРМАТОРА

1. Требования к условиям проведения ревизии и ее сроки.

1.1. Ревизия с указанным ниже объемом работ является обязательной для всех трансформаторов при наличии наружных повреждений, допущенных при транспортировании, выгрузке, перевозке к месту монтажа и хранения, вызывающих предположение о возможности внутренних повреждений. Ревизия проводится по согласованию с заводом-изготовителем. Результаты ревизии оформляются актом. Моментом начала ревизии считается начало слива масла.

1.2. Температура активной части в процессе осмотра должна превышать температуру точки росы окружающего воздуха не менее чем на  $5^{\circ}\text{C}$  и во всех случаях должна быть не ниже  $10^{\circ}\text{C}$ . Если естественные условия окружающей среды не обеспечивают выполнения этого требования, то трансформатор перед осмотром следует нагреть. Температура активной части определяется любым термометром (кроме ртутного), устанавливаемым на верхнем ярме.

Температура точки росы окружающего воздуха в зависимости от его температуры и влажности определяется по таблице 13.1.

Относительная влажность воздуха определяется психрометром по разности показаний сухого и смачиваемого термометров по данным таблицы 13.2.

1.3. Осмотр трансформатора должен производиться при устойчивой ясной погоде без осадков. Продолжительность работ, связанных с разгерметизацией бака, производимых при соблюдении условий п. 1.2, не должна превышать:

- 24 часа при относительной влажности до 75%;
- 16 часов при относительной влажности до 85%.

Если время осмотра превышает указанное в данном пункте, но не более чем в 2 раза, то должна быть проведена контрольная подсушка трансформатора (приложение 8).

1.4. При относительной влажности окружающего воздуха более 85% трансформатор допускается осматривать только в закрытом помещении или во временном (тепльнике), где можно создать необходимые условия для осмотра.



Продолжение табл. 13.2

Показатель смазываемого термометра, %	Степень нагрева масла, °С										Степень нагрева бака, °С										
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29	26
15	100	94	89	84	80	74	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31	28
16	100	95	90	84	80	76	72	67	65	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32	30
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34	31
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37	34
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38	36
21	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46	44	41	38	37
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47	46	42	40	38
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	46	43	41	39
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	48	47	44	42	40
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54	52	50	47	45	44	42

## 2. ОБЪЕМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ

2.1. Установить трансформатор по уровню, выверяя горизонтальность рамы бака по разьему. Из бака трансформатора слить масло. Отсоединить привод переключателя и вводы.

2.2. Снять крышку крепления активной части и поднять ее. При снятии крышки болты отпускать равномерно по всему периметру разьема. Подъем производить в строгом соответствии с указаниями в габаритном чертеже трансформатора. При подъеме следить, чтобы зазор между баком и активной частью был по всему периметру. Подъем с перекосом запрещается.

2.3. Установить активную часть на деревянный настил. Запрещается производить работы, если активная часть находится на весу.

2.4. Установить временные стеллажи, обеспечивающие удобства и безопасность работ при ревизии активной части.

Использование каких-либо деталей и узлов трансформатора в качестве опор при работах на активной части трансформатора запрещается!

2.5. Проверить затяжку стяжных шпилек, ярм, креплений отводов, переключателя и других элементов активной части. Замеченные ослабления устранить подтяжкой гаек.

2.6. Проверить затяжку винтов осевой прессовки обмоток. Подтягивание винтов произвести равномерно по всей окружности.

2.7. Проверить затяжку и подтянуть разъемные соединения отводов, затянуть контргайки, осмотреть изоляцию доступных частей обмоток, отводов, переключателей и других элементов.

2.8. Осмотреть состояние контактных поверхностей переключателя, проверить действие переключателя.

2.9. Все обнаруженные на активной части дефекты устранить.

2.10. Промыть активную часть струей трансформаторного масла, характеристики которого должны соответствовать нормам.

ПРИМЕЧАНИЕ. Промывку производить после проведения всех измерений и проверок на активной части непосредственно перед опусканием в бак.

2.11. Удалить остатки масла со дна бака и маслорасширителя. Промыть и очистить доступные внутренние поверхности бака и маслорасширителя.

### 3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

3.1. Опустить активную часть в бак. Через отверстие в крышке вывести отводы. Установить крышку и произвести затяжку болтов, предварительно приклеив резиновым клеем к раме разъема резиновый шнур. Затяжку можно считать нормальной, когда прокладка зажата до 2/3 первоначальной толщины.

3.2. Присоединить отводы к вводам. Присоединить привод переключателя. Особое внимание обратить на правильность сопряжения привода и переключателя.

3.3. Провести контроль состояния изоляции.

Приложение 6

### ИНСТРУКЦИЯ ПО УСТАНОВКЕ ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОГО СИГНАЛИЗАТОРА

Для установки термометрического сигнализатора необходимо:

- распаковать термометрический сигнализатор;
- установить передвигающиеся указатели прибора на температурные отметки по п. 10.7 настоящего ТУ. Монтаж электропроводов сигнального устройства произвести согласно инструкции и монтажной схеме по монтажу и эксплуатации завода-изготовителя;

- для крепления прибора на трансформатор на бобышки установить резиновые прокладки, прибор прикрепить винтом М 5 и шайбой 5 (рис. 11);

- снять с бобышки под термобаллон деревянную пробку;
- залить трансформаторное масло в гильзу;
- установить в гильзу термобаллон;
- рукав подсоединить к коробке соединительной.

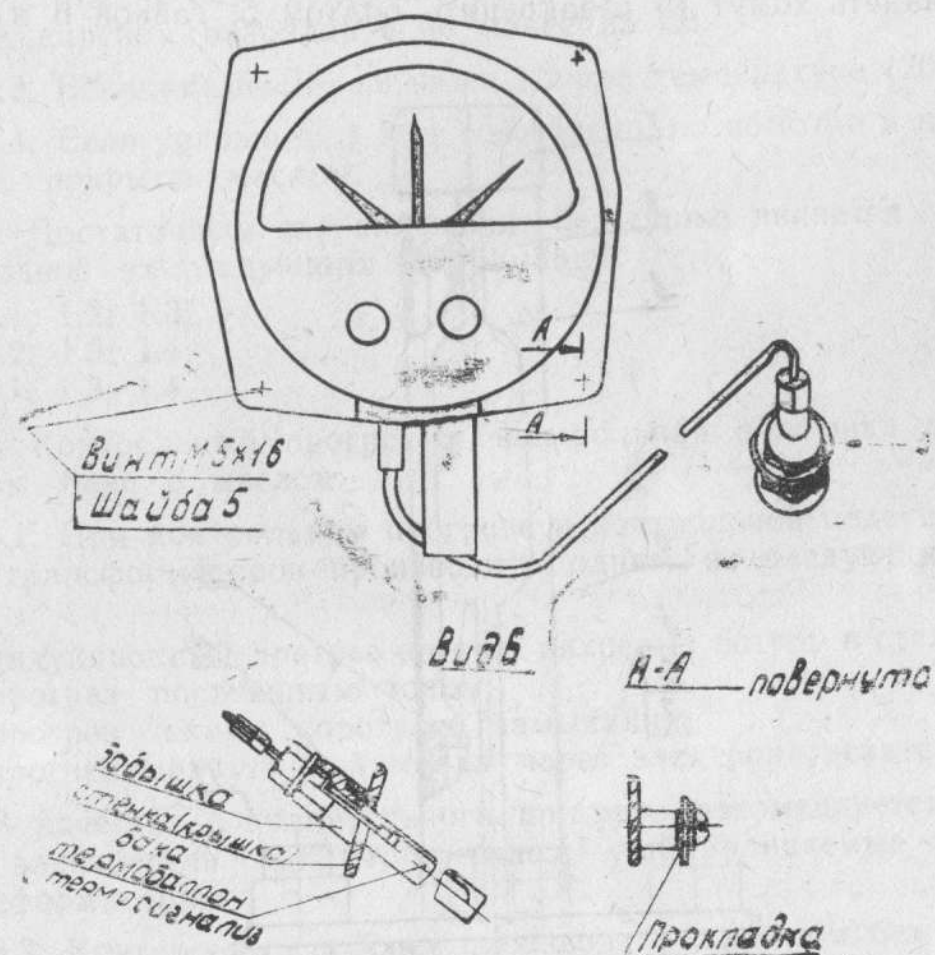


Рис. 11. Установка термосигнализатора

## ИНСТРУКЦИЯ ПО УСТАНОВКЕ РТУТНОГО ТЕРМОМЕТРА

Для установки ртутного термометра необходимо (рис. 12):

- 1) распаковать термометр;
- 2) залить трансформаторное масло в гильзу 8;
- 3) одеть шайбы 2 и 9 на термометр 4;
- 4) вставить термометр 4 в гильзу 8 и надеть трубку 3 с колпаком 1;
- 5) надеть хомут 10 и закрепить болтом 5, гайкой 6 и шайбой 7.

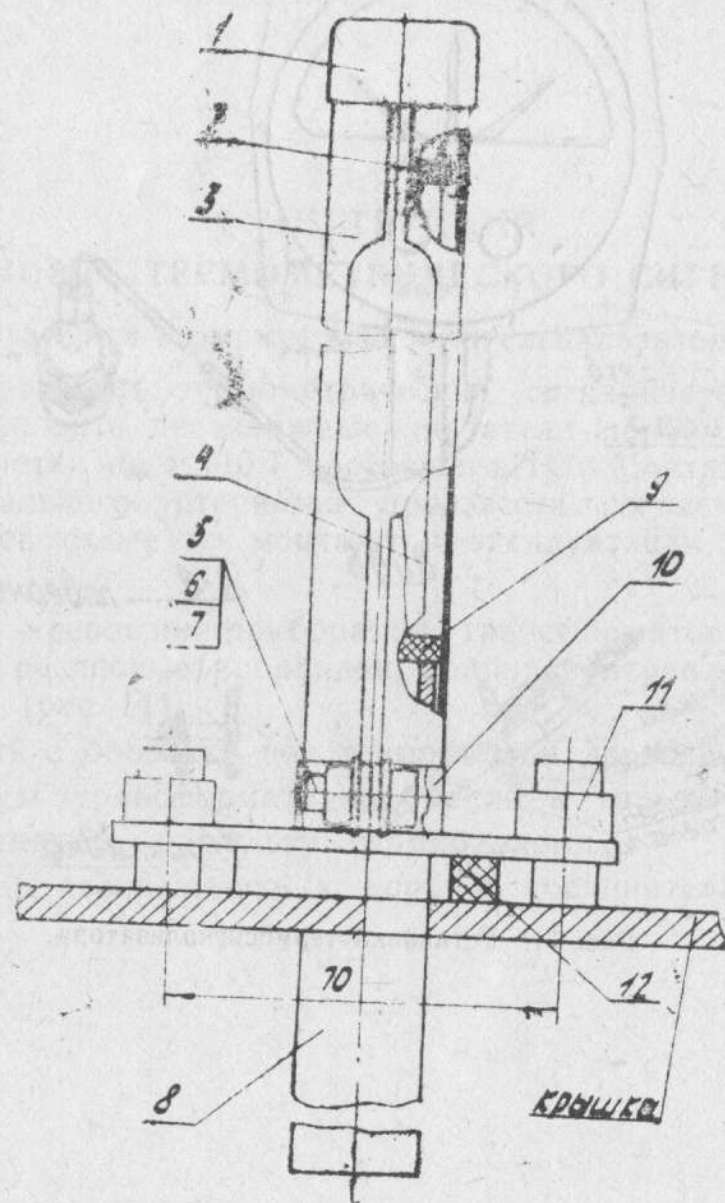


Рис. 12. Установка ртутного термометра

## УСЛОВИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ БЕЗ СУШКИ.

### СУШКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

1. Условия включения трансформаторов без сушки определяются следующим:

- 1.1. Уровень масла в пределах маслоуказателя.
- 1.2. Масло без следов воды, а пробивное напряжение его на стандартном разряднике не менее 25 кВ.
- 1.3. Величина  $R_{60}/R_{15}$  не ниже 1,2 при температуре  $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ .
- 1.4. Если условие п. 1.1 не соблюдено, но обмотки и переключатель покрыты маслом.

2. Достаточным для включения без сушки является соблюдение одной из следующих комбинаций:

- 1.1; 1.2; 1.3;
- 1.2; 1.3; 1.4;
- 1.1; 1.3; 1.4.

3. Контрольный прогрев и контрольная подсушка в собственном баке с маслом.

3.1. При контрольном прогреве и контрольной подсушке прогрев трансформаторов производить одним из следующих методов:

- индукционный прогрев за счет вихревых потерь в стали бака;
- прогрев постоянным током;
- прогрев токами короткого замыкания;
- прогрев циркуляцией масла через электронагреватели.

В качестве дополнительного прогрева рекомендуется применять электропечи закрытого типа, устанавливаемые под дно трансформатора.

3.2. Контрольный прогрев производить с маслом без вакуума до температуры верхних слоев масла, превышающей высшую из температур, по п. 10.7 инструкции по монтажу, пуску, регулированию:

- на  $5^\circ\text{C}$  при прогреве методом короткого замыкания или методом постоянного тока;
- на  $15^\circ\text{C}$  при прогреве индукционным методом либо циркуляцией масла через электронагреватели.

3.3. Контрольную подсушку производить с маслом при температуре верхних слоев масла  $80^\circ\text{C}$  и максимальном вакууме, предусмотренном конструкцией бака трансформатора.

Через каждые 12 часов подсушки в течение 4 часов производить циркуляцию масла через трансформатор шестеренчатым масляным насосом производительностью не менее 4 м<sup>3</sup>/час.

В процессе контрольной подсушки периодически измерять характеристики изоляции.

Подсушка прекращается, когда характеристики изоляции будут соответствовать п. 9.5.2 раздела «Подготовка трансформатора к монтажу», но не ранее чем через 24 ч. после достижения температуры 80°C.

Длительность подсушки не должна превышать 48 ч. (не считая времени нагрева), схема сушки приведена на рис. 13.

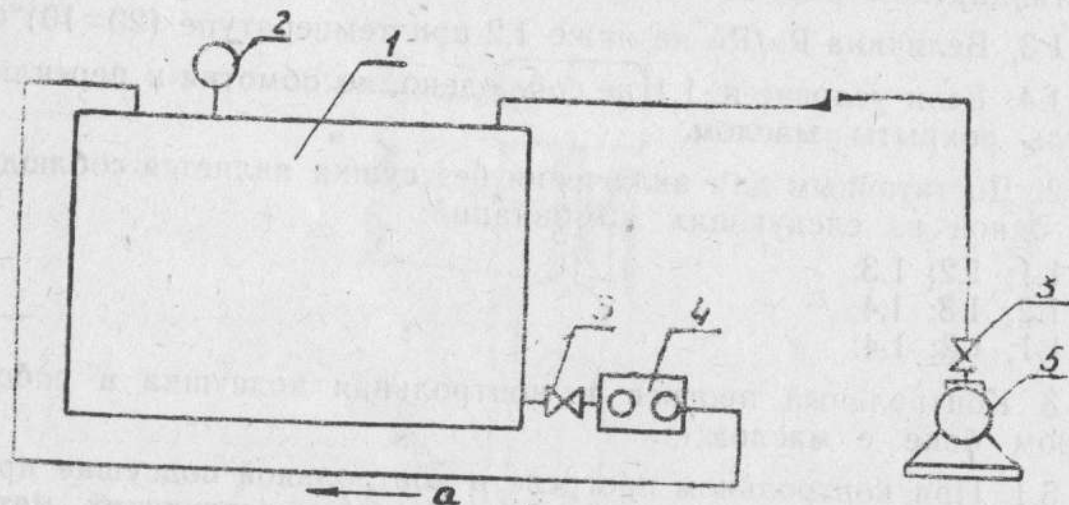


Рис. 13. Рекомендуемая схема подсушки трансформатора  
1 — бак трансформатора; 2 — вакуумметр; 3 — кран диаметром 2 мм;  
4 — масляный насос; 5 — вакуумный насос.  
Стрелкой «а» указана циркуляция масла в процессе подсушки.

#### 4. Сушка.

4.1. Сушка активной части трансформаторов производится без масла одним из следующих методов:

- в стационарном сушильном шкафу под вакуумом (при максимально возможной величине последнего);
- в специальной камере (шкафу) без вакуума;
- в своих баках с вакуумом не выше 350 мм рт. ст. или без вакуума (в последнем случае с вентиляцией бака).

При этом рекомендуются следующие способы нагрева:

- индукционный нагрев бака или нагрев активной части потерями от токов нулевой последовательности;
- вне бака нагревом инфракрасным излучением.

4.2. Другие способы сушки допускаются лишь в случае, если они обеспечивают не худшее качество сушки, чем перечисленные способы, и безопасны для трансформаторов.

Не допускается использование постоянного тока и токов короткого замыкания в обмотках в качестве источника тепла при сушке, за исключением случаев, специально согласованных с предприятием-изготовителем.

4.3. При сушке должно быть обеспечено поддержание температуры:

— обмоток (после прогрева) в пределах не менее 95°C и не выше 105°C;

— магнитопровода не ниже 90°C.

Окончание сушки определяется по кривой зависимости сопротивления изоляции от времени.

Сушка считается законченной, если сопротивление изоляции остается неизменным в течение 6 ч. при практически неизменной температуре обмотки, находящейся в пределах указанных выше значений, и измененном вакууме (если он применялся).

Приложение 9

### ИНСТРУКЦИЯ ПО УСТАНОВКЕ ДИАФРАГМЫ

Диафрагма предназначена для обеспечения выброса газов и масла из трансформатора при внутренних повреждениях, сопровождающихся опасным для бака резким повышением давления.

**ВНИМАНИЕ!** Перед включением снять прокладку 6.

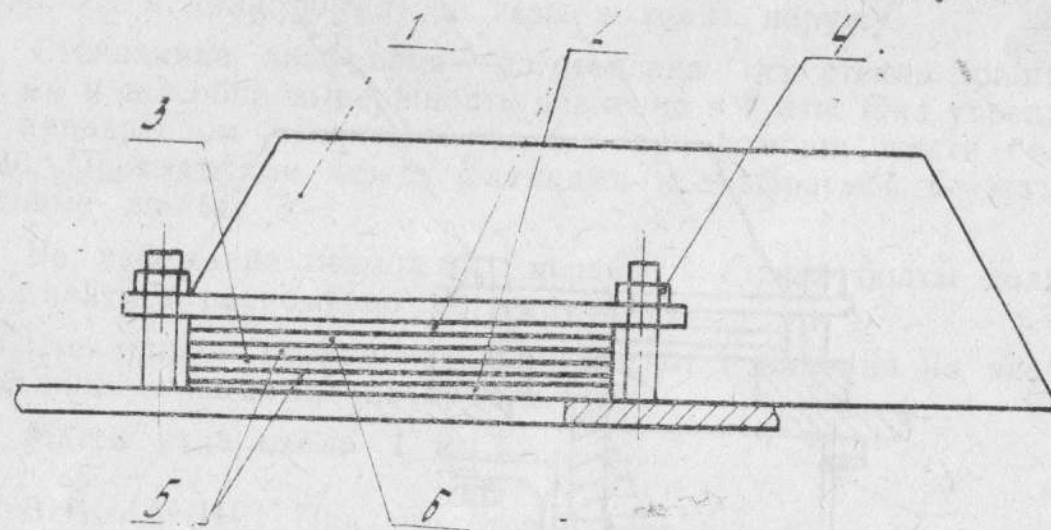


Рис. 14. Устройство диафрагмы

Диафрагма 3 устанавливается на наружной стороне дна маслорасширителя между уплотнительными прокладками 2, закрепленными фланцем патрубка 1 трубы предохранительной при помощи четырех гаек 4 М 10.

Диафрагма изготовлена из алюминиевой фольги АД 1-Т ГОСТ 618-73 толщиной 0,05 мм и рассчитана на рабочее давление до 0,75 ати.



Диафрагма защищена от попадания на нее посторонних предметов патрубком 1.

Для предохранения диафрагмы от ложных срабатываний на время транспортировки устанавливается прокладка 6.

Перед включением трансформатора в работу необходимо снять картонную прокладку 6. Шайбы 5 предохраняют диафрагму 3 от повреждений при затяжке гаек 4.

Образующийся в результате внутренних повреждений газ при достижении давления свыше допустимого разрывает диафрагму и вместе с избыточными массами масла выбрасывается наружу.

После устранения внутреннего повреждения удалить остатки диафрагмы и затем установить новую. Перед установкой диафрагму покрыть техническим вазелином.

Трансформатор заполнить азотом согласно п. 10.10 данной инструкции. Приложение 10

### РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

#### Назначение.

Реле давления предназначается для обеспечения выброса газов из трансформатора при внутренних повреждениях, сопровождающихся опасным для бака повышением давления.

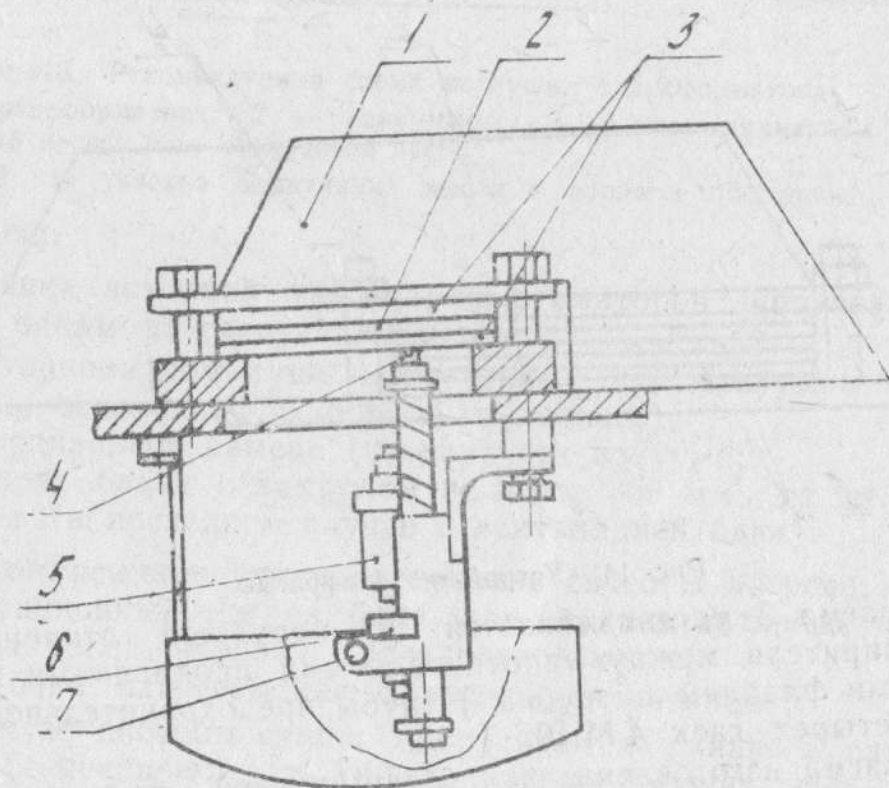


Рис. 15. Устройство и принцип действия

Реле смонтировано на внутренней стороне стенки маслоазото-расширителя на специально приваренной для этой цели пластине (см. рис. 15) и прикрепляется к ней двумя болтами.

Основными элементами реле являются: корпус 1, сильфон 5 и боек 4 с одетой на него рабочей пружиной. Реле настроено на рабочее давление до 0,75 ати. Подготовка реле к действию производится следующим образом. Деревянным брусом сверху нажимают на головку бойка, тем самым сжимая рабочую пружину. По достижении бойком крайнего нижнего положения, не снимая давления с бойка, поворачивают вверх защелку 6 до тех пор, пока не зайдет за ось 7. Если защелка не заходит за ось, нужно слегка снизу вверх надавить на нижнюю ось сильфона и повернуть вверх защелку, которая встанет на место. Затем плавно снимают давление с головки бойка. Реле готово к действию. Образующийся в трансформаторе в результате внутренних повреждений газ давит на сильфон.

При достижении давления газа величины 0,75 ати сильфон сжимается и увлекает за собой пластину, которая поворачивает ось 7.

Последняя при этом освобождает защелку 6.

Рабочая пружина, разжимаясь, с силой направляет боек вверх. Головка бойка разбивает стеклянную диафрагму 2, и скопившиеся в трансформаторе газы выходят наружу.

Стеклянная диафрагма изготовлена из стекла толщиной 4,5 мм и способна выдерживать давление в 1 ати. Она укреплена на приваренном к крышке фланце при помощи шести болтов М10. Прокладками между фланцами и диафрагмой служат резиновые шайбы 3.

Во избежание возможных перекосов стекла болты должны затягиваться равномерно по окружности.

Стеклянная диафрагма защищена от попадания на нее посторонних предметов патрубком 1.

Масса реле около 1 кг.

**ВНИМАНИЕ!** При подготовке реле к действию транспортную прокладку (картонная шайба) между бойком и стеклом реле изъять. Количество болтов, крепящих диафрагму к фланцу, не указывать.

**ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ,  
ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ**

№ № п-о	Неисправность	Вероятная причина неисправности	Способ устранения
1	2	3	4
1.	Перегрев трансформатора. Температура масла выше допустимой.	1) Трансформатор перегружен. 2) Плохой теплоотвод с поверхности бака и радиаторов. 3) Слишком высокая температура трансформаторного помещения.	1) Проверить режим нагрузки. Нагрузка не должна превышать номинальной. 2) Очистить пыль с радиаторов и бака. 3) Усилить вентиляцию трансформаторного помещения.
2.	Сниженный уровень масла в расширителе.	Течь масла.	Устранить течь. Долить масло до нормального уровня.
3.	Неравномерный повышенный шум внутри трансформатора.	1) Нарушение режима питания и нагрузки трансформатора. 2) Ослабла прессовка магнитопровода или ослабло крепление отдельных деталей магнитопровода.	1) Восстановить нормальный режим работы. 2) Проверить прессовку магнитопровода, ослабленные крепления подтянуть.
4.	Срабатывание газовой защиты.	1) Выделение остатков воздуха после монтажа. 2) Снижение уровня масла в расширителе. 3) Возможная внутренняя неисправность.	1) Определить состав газа. 2) Найти причину снижения уровня масла и устранить ее. Долить масло в расширитель. 3) При необходимости произвести пробное включение в режиме холостого хода и опыта короткого замыкания (желательно при плавном подъеме напряжения) для определения места повреждения (обмотка, контактные соединения, магнитопровод). Произвести испытания по п. 9.5 ТО.

1	2	3	4
5.	Срабатывание предохранительной диафрагмы (реле давления).	1) Перегрев трансформатора. 2) Возможная внутренняя неисправность.	См. п. 1 настоящего приложения. См. п. 4.3 настоящего приложения.

**ВНИМАНИЕ!** Разрушение активной части трансформаторов (обгорание проводников, деформация обмоток и прессующих элементов) свидетельствует об отсутствии надежной защиты трансформатора.

Претензии (рекламации) на трансформаторы предприятием-изготовителем не принимаются.

**ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЗАМЕНЕ ВВОДОВ ВН И НН**

1. Замена ввода ВН (рис. 16).

Для замены ввода ВН необходимо:

- 1) слить 30% масла из трансформатора (приложение 4);
- 2) свинтить гайки 1 и 3 на шпильке 2 ввода.

При свинчивании гаек исключить проворачивание шпильки ввода. Для этого нужно постоянно подтягивать на себя шпильку за колпак 4, не давая ей возможности провалиться внутрь изолятора;

3) снять колпак 4 и резиновое кольцо 13;

4) свинтить гайки 10, крепящие изолятор 5 к крышке трансформатора 7, снять фланец 6, скобы 8, изолятор 5, резиновую шайбу 9;

5) насухо протереть место установки изолятора;

6) надеть на шпильку 2 ввода последовательно резиновую шайбу 9, изолятор 5 (при замене новый изолятор берется из ЗИП). При установке изолятора добиться совмещения фиксаторов шпильки с соответствующими пазами внутри изолятора;

7) придерживая изолятор и шпильку, надеть скобы 8 на шпильки 11, приваренные к крышке трансформатора, опустить фланец 6 на скобы 8, наживить и навинтить гайки 10 крепления изолятора ВН. Затяжку гаек контролировать по деформации резины (до 30%). Резина не должна вылезать из-под изолятора, что достигается правильной центровкой резиновой шайбы;

8) надеть на шпильку ввода резиновое кольцо 13 (в случае замены новое берется из ЗИП), колпак 4, навинтить гайки 1 и 3. При навинчивании гаек постоянно подтягивать шпильку на себя, держась за колпак. Для нормального уплотнения резиновое кольцо 13 должно быть деформировано примерно на одну треть высоты;

9) долить масло в трансформатор (приложение 4);

2. Замена ввода НН (рис. 17):

Для замены ввода НН необходимо:

1) слить 30% масла из трансформатора (приложение 4);

2) во вводах на ток 1000 А и более свинтить на 5—7 оборотов гайки 3 для крепления контактного зажима с лопаткой;

3) свинтить гайку 15 на стержне 5 ввода. При свинчивании гайки исключить проворачивание стержня ввода.

Для этого нужно постоянно подтягивать на себя стержень за колпак 14, не давая ему возможности провалиться внутрь изолятора;

4) снять колпак 14, резиновое кольцо 6, изолятор 7, резиновую шайбу 8;

5) насухо протереть место установки изолятора;

6) надеть на стержень последовательно резиновую шайбу 8, изолятор 7 (в случае замены новый берется из ЗИП), резиновое кольцо 6, колпак 14;

7) навинтить гайку 15, контактный зажим 1, гайки 3;

8) при необходимости замены фарфоровой втулки 10 после указанных операций разборки выполнить следующее:

— демонтировать привод переключателя;

— снять крышку трансформатора, вытереть насухо место укладки;

— заменить втулку изолятора 10 на новую, взятую из ЗИП;

— операции сборки выполнить в обратной последовательности;

9) долить масло в трансформатор.

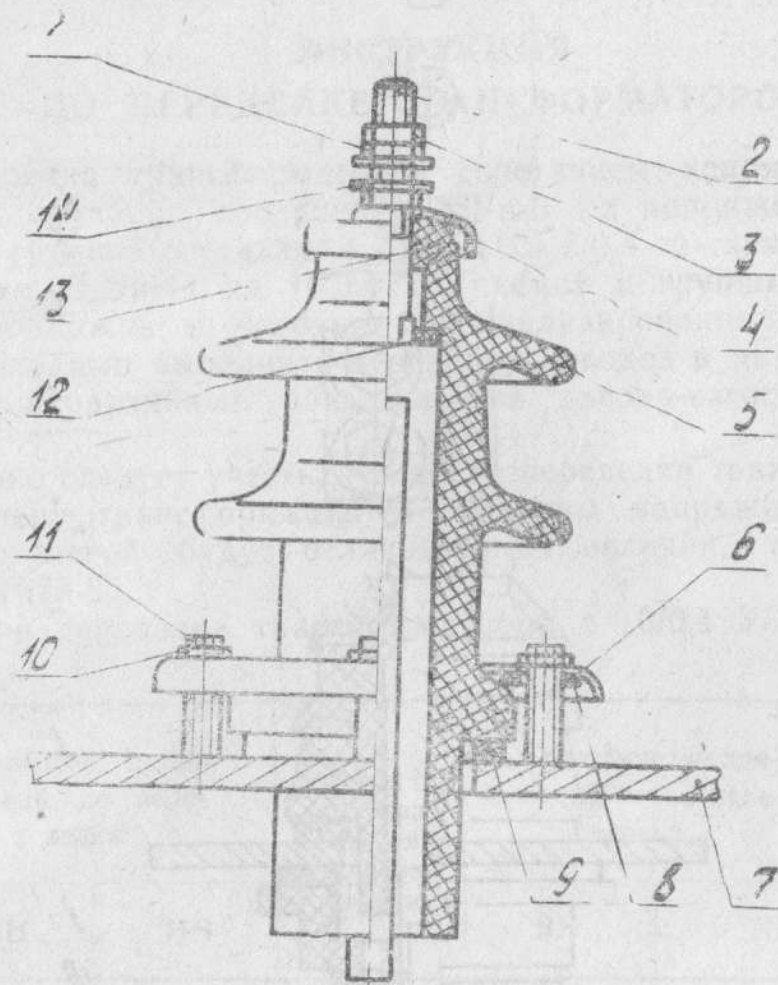


Рис. 16. Ввод ВН

1 — гайка М12 (латунная); 2 — шпилька активной части; 3 — гайка М12 (стальная); 4 — колпак; 5 — изолятор; 6 — фланец; 7 — стенка бака трансформатора; 8 — скоба; 9 — резиновая шайба; 10 — гайка М10; 11 — шпилька М10х50; 12 — изолирующая шайба; 13 — резиновое кольцо; 14 — специальная шайба.

## ИНСТРУКЦИЯ ПО ПЕРЕДЕЛКЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Переделка трансформаторов сочетанием напряжения 10/0,4 схемой и группой соединения У/Ун-0 на напряжение 6/0,4 со схемой и группой соединения Д/Ун-11 и 6/0,4 со схемой и группой соединения Д/Ун-11 на 10/0,4 со схемой и группой соединения У/Ун-0 возможна в условиях специализированных мастерских, т. к. необходимо выполнить перепайки отводов в активной части, при этом гарантийные обязательства завода-изготовителя снимаются.

Однако следует учесть, что после переделки трансформаторов коэффициент трансформации и величины напряжений на каждой из ступеней будут отличаться от величин, требуемых по ГОСТ 11677-85.

— при переделке трансформаторов с 10/0,4 У/Ун-0 на 6/0,4 Д/Ун-11:

Положение переключателя	Сочетание напряжений до переделки		Схема и группа соединений до переделки	Сочетание напряжений после переделки		Схема и группа соединений после переделки
	ВН	НН		ВН	НН	
1	10500			6062		
2	10250			5918		
3	10000	400	У/Ун-0	5774	400	Д/Ун-11
4	9750			5629		
5	9500			5484		

— при переделке трансформаторов с 6/0,4 Д/Ун-11 на 10/0,4 У/Ун-0:

1	6300			10912		
2	6150			10652		
3	6000	400	Д/Ун-11	10392	400	У/Ун-0
4	5850			10132		
5	5700			9872		

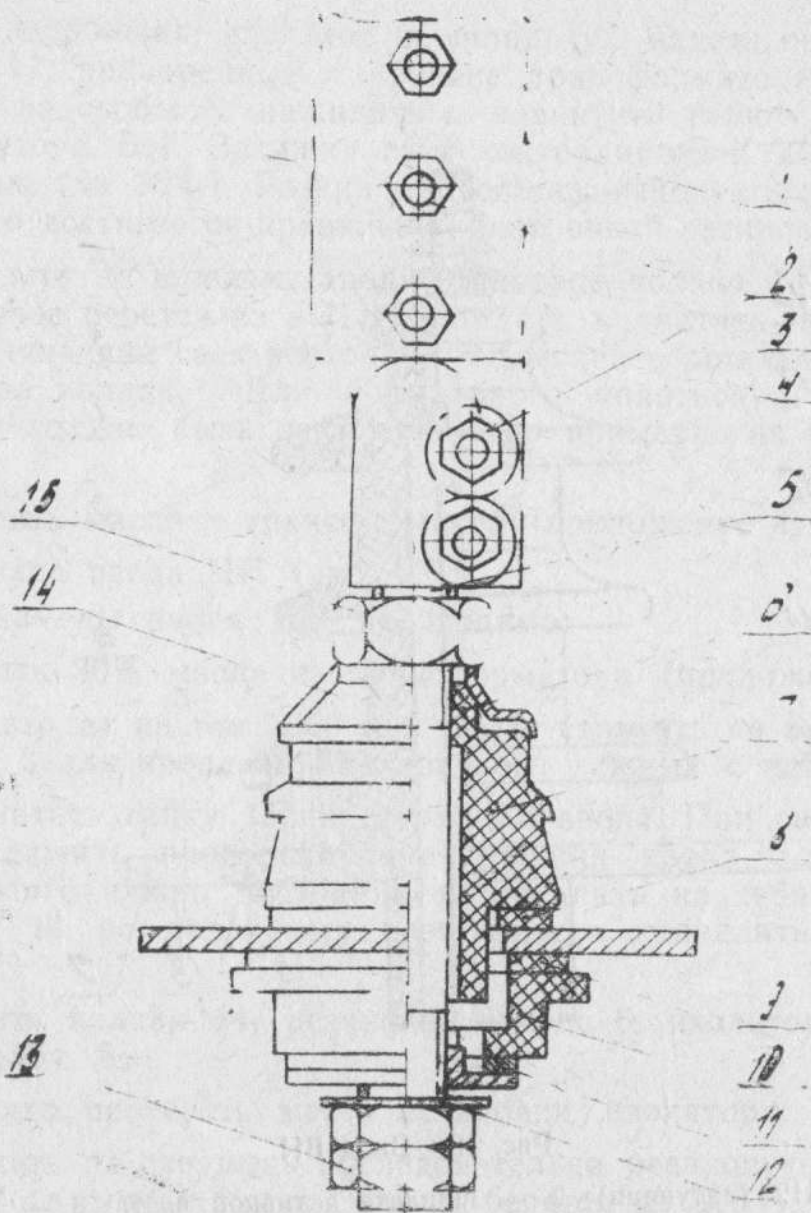


Рис. 17. Ввод НН

1 — контактный зажим; 2 — болт М12х45; 3 — гайка М12; 4 — шайба 12; 5 — стержень; 6 — резиновое кольцо; 7 — изолятор; 8 — резиновая шайба; 9 — картонная шайба; 10 — втулка; 11 — картонная шайба; 12 — латунная шайба; 13 — гайка М27 (латунная); 14 — колпак; 15 — гайка М27.

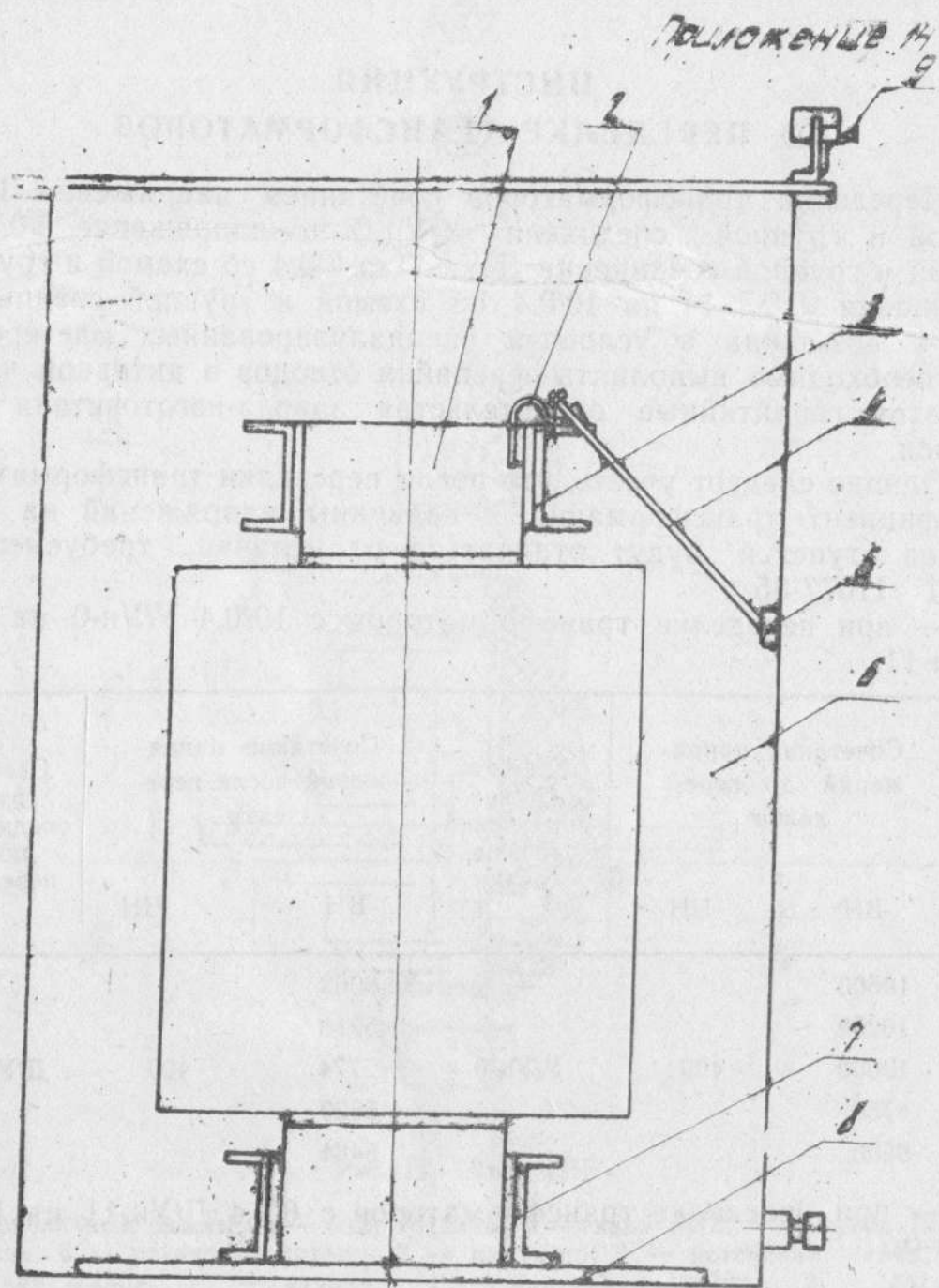


Рис. 18. Схема заземления частей трансформатора

1 — магнитопровод; 2 — лента заземления магнитопровода; 3 — верхняя балка; 4 — шпилька раскрепления активной части; 5 — крепление на стенке бака; 6 — бак; 7 — нижняя балка; 8 — пластина стальная; 9 — болт заземления установки пробивного предохранителя, устанавливаемой по заказу потребителя (п. 3.11).

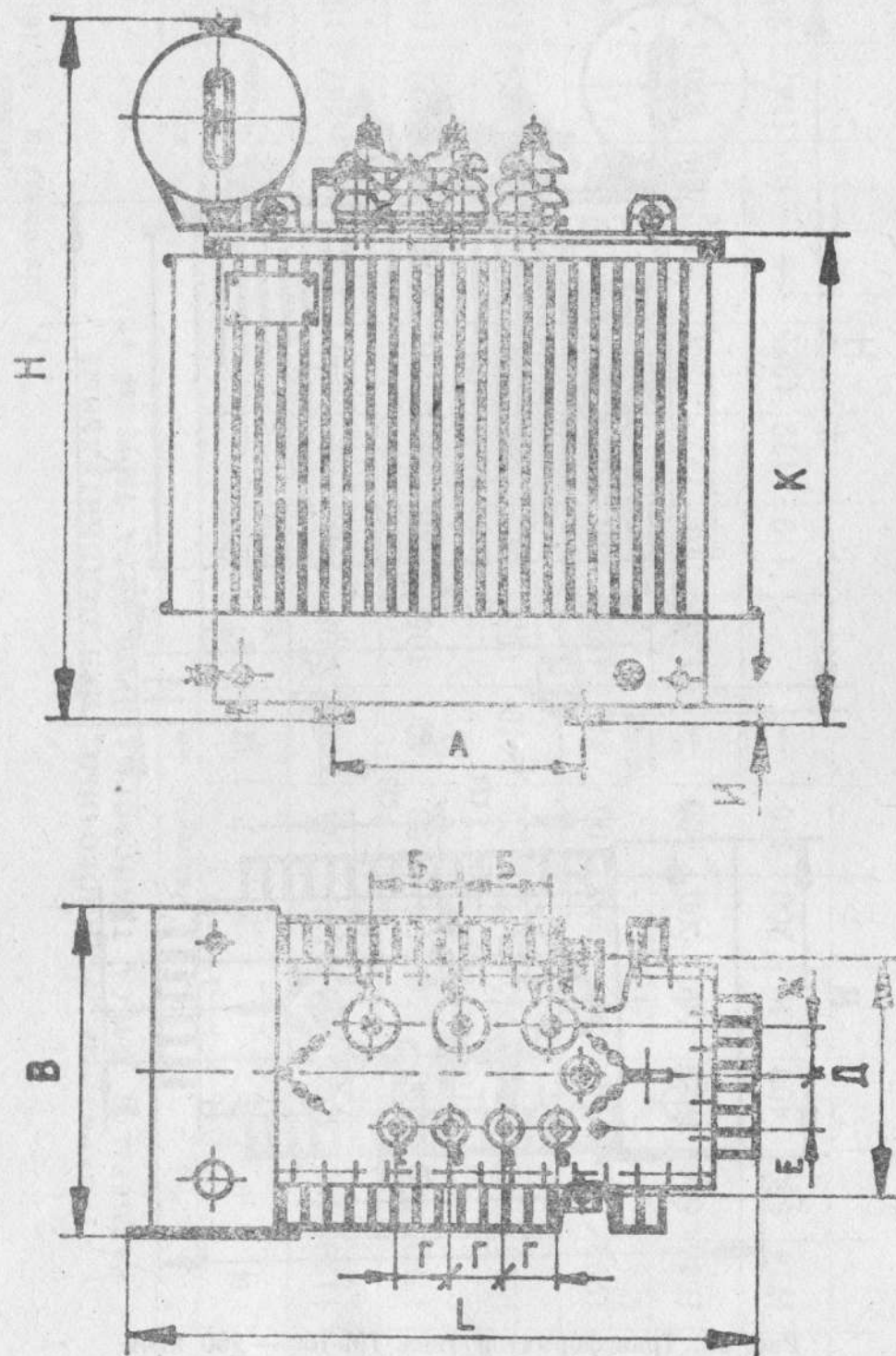


Рис. 19. Трансформатор типа ТМ-25 — 100 кВА

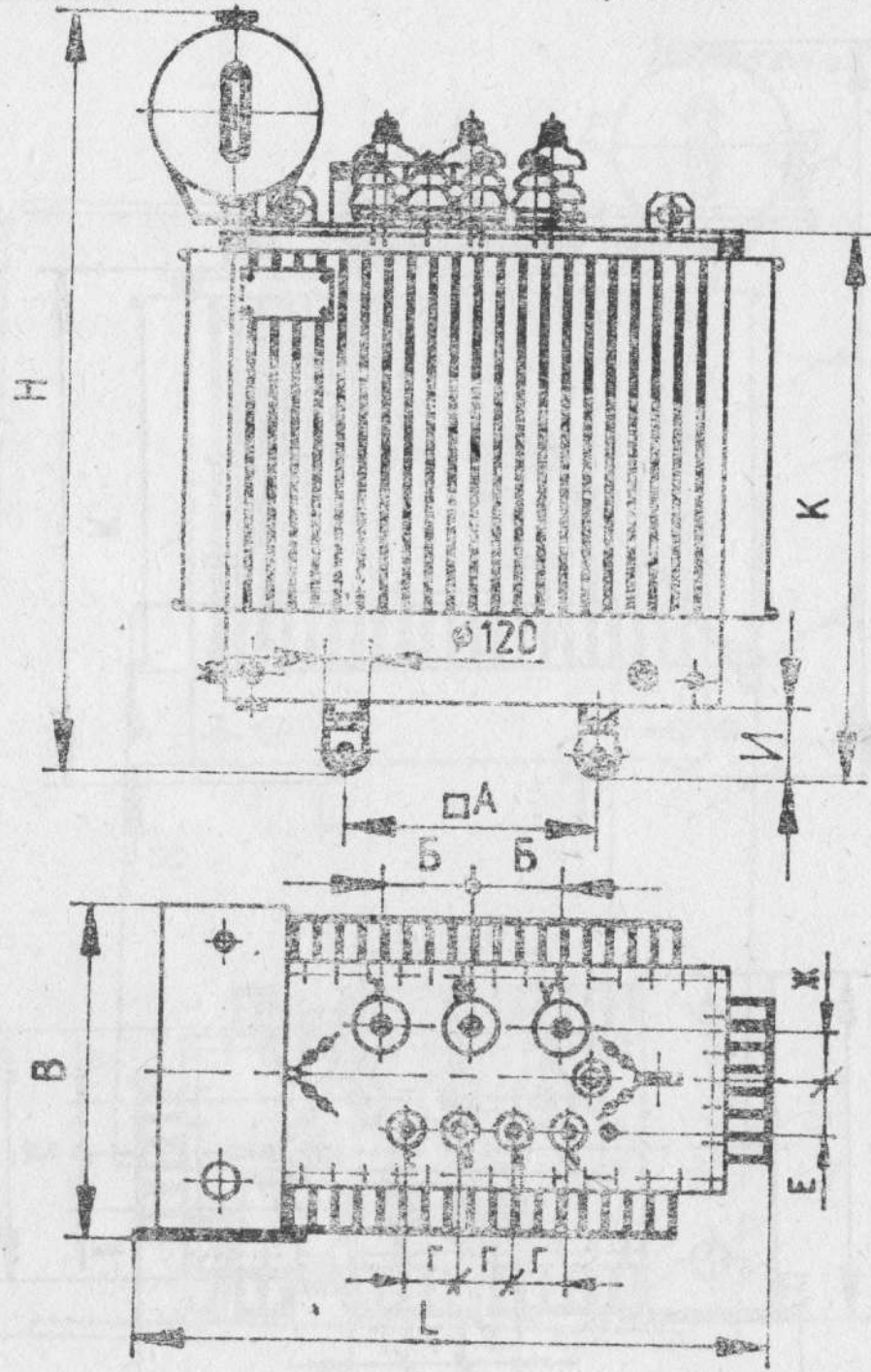


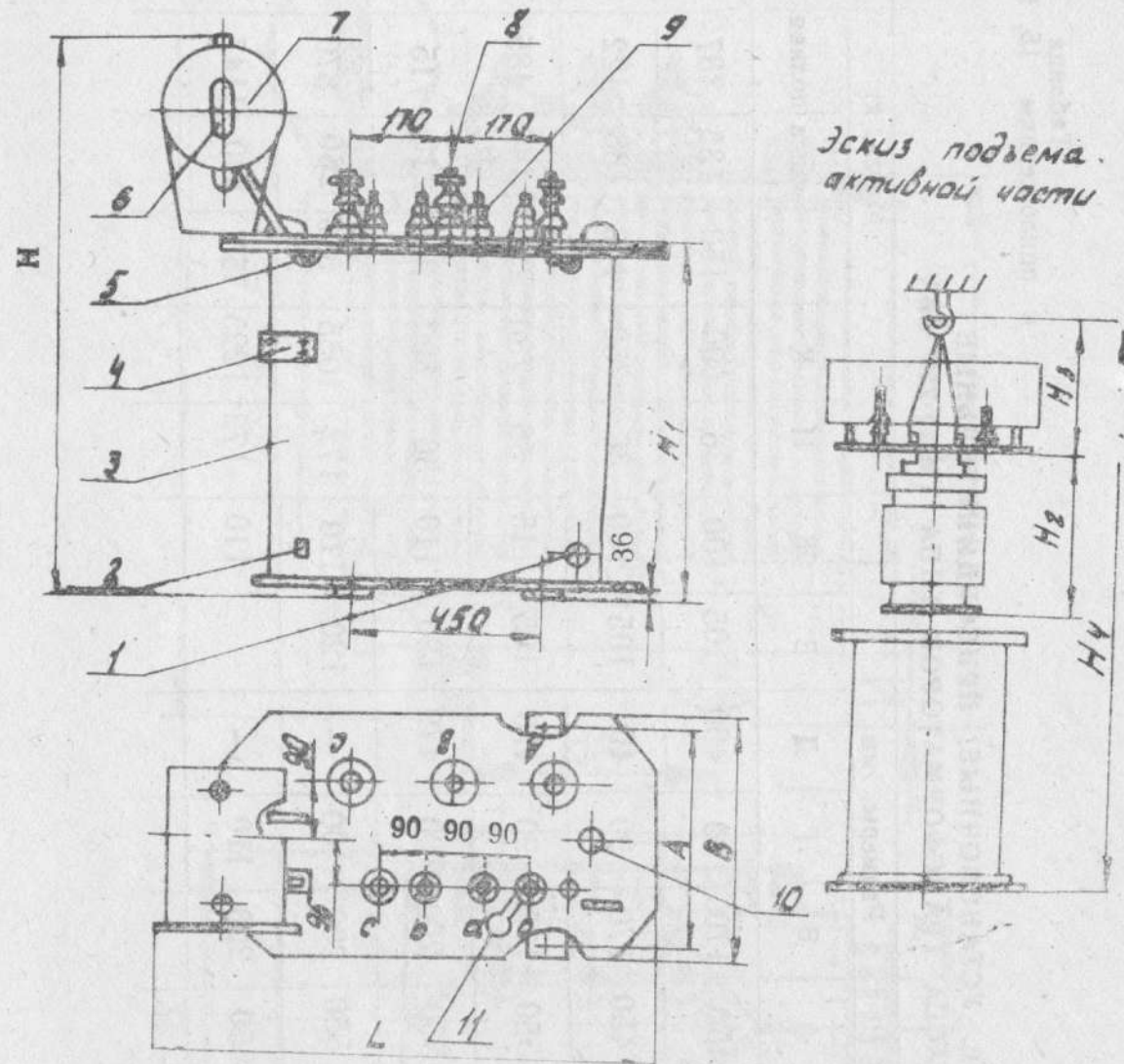
Рис. 20. Трансформатор типа ТМ-160 — 250 кВА

Таблица  
к приложениям 15, 16

ГАБАРИТНЫЕ, УСТАНОВОЧНЫЕ, ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ  
РАЗМЕРЫ И МАССА ТРАНСФОРМАТОРОВ ТИПА ТМ-25-250 кВА

Тип трансформатора	Размеры, мм											Масса, кг			Рис.
	Н	В	Л	А	Б	Г	Д	Е	Ж	И	К	а.ч.	масла	полная	
ТМ-25/10-У1	1120	480	1090	450	170	90	400	105	100	36	690	153	135	387	19
ТМ-40/10-У1	1180	480	1090	450	170	90	400	105	100	36	750	173	138	422	19
ТМ-63/10-У1	1210	530	1200	550	170	90	470	105	115	36	780	215	140	485	19
ТМ-100/10-У1	1290	573	1320	550	200	100	470	120	110	36	800	310	210	715	19
ТМ-160/10-У1	1545	680	1320	550	200	100	—	120	110	172	1055	385	260	870	20
ТМ-250/10-У1	1714	680	1400	550	200	110	—	—	110	172	1225	550	340	1147	20

Приложение 17



Эскиз подъема активной части

Рис. 21. Размерный эскиз трансформаторов ТМ-40, ТМ-25

1 — сливная пробка; 2 — зажим для заземления; 3 — бак; 4 — табличка; 5 — крюк для подъема трансформатора; 6 — маслоуказатель; 7 — расширитель; 8 — ввод ВН; 9 — ввод НН; 10 — переключатель; 11 — пробивной предохранитель.

Тип трансформатора	А, мм	L, мм	В, мм	Н, мм	Н <sub>1</sub> , мм	Н <sub>2</sub> , мм	Н <sub>3</sub> , мм	Н <sub>4</sub> , мм	Масса, кг		
									актив-ной части	мас-ла	пол-ная
ТМ-25	357	980	386	1126	689	810	645	2140	151	132	364
ТМ-40	357	980	386	1226	789	680	625	3000	186	132	401

Приложение 18

Эскиз подъема активной части

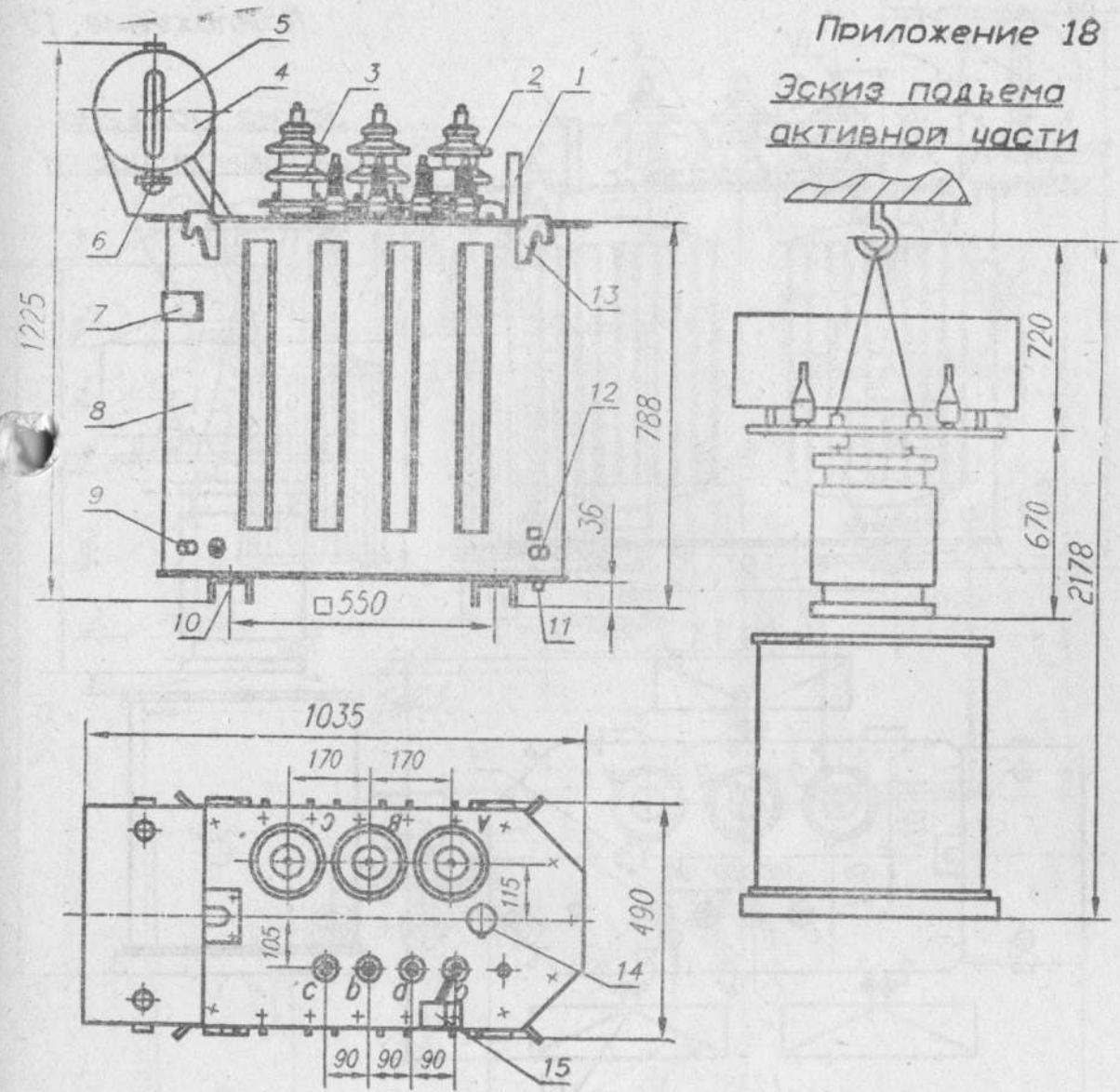


Рис. 22. Размерный эскиз трансформатора ТМ-63

1 — термометр; 2 — ввод НН; 3 — ввод ВН; 4 — маслорасширитель; 5 — маслоуказатель; 6 — воздухоосушитель; 7 — щиток заводской; 8 — бак; 9 — болт заземления; 10 — швеллер; 11 — пробка для спуска осадка; 12 — пробка для отбора пробы масла; 13 — крюк для подъема трансформатора; 14 — привод переключателя; 15 — предохранитель.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	510
	Масса масла	140
	Масса активной части	250

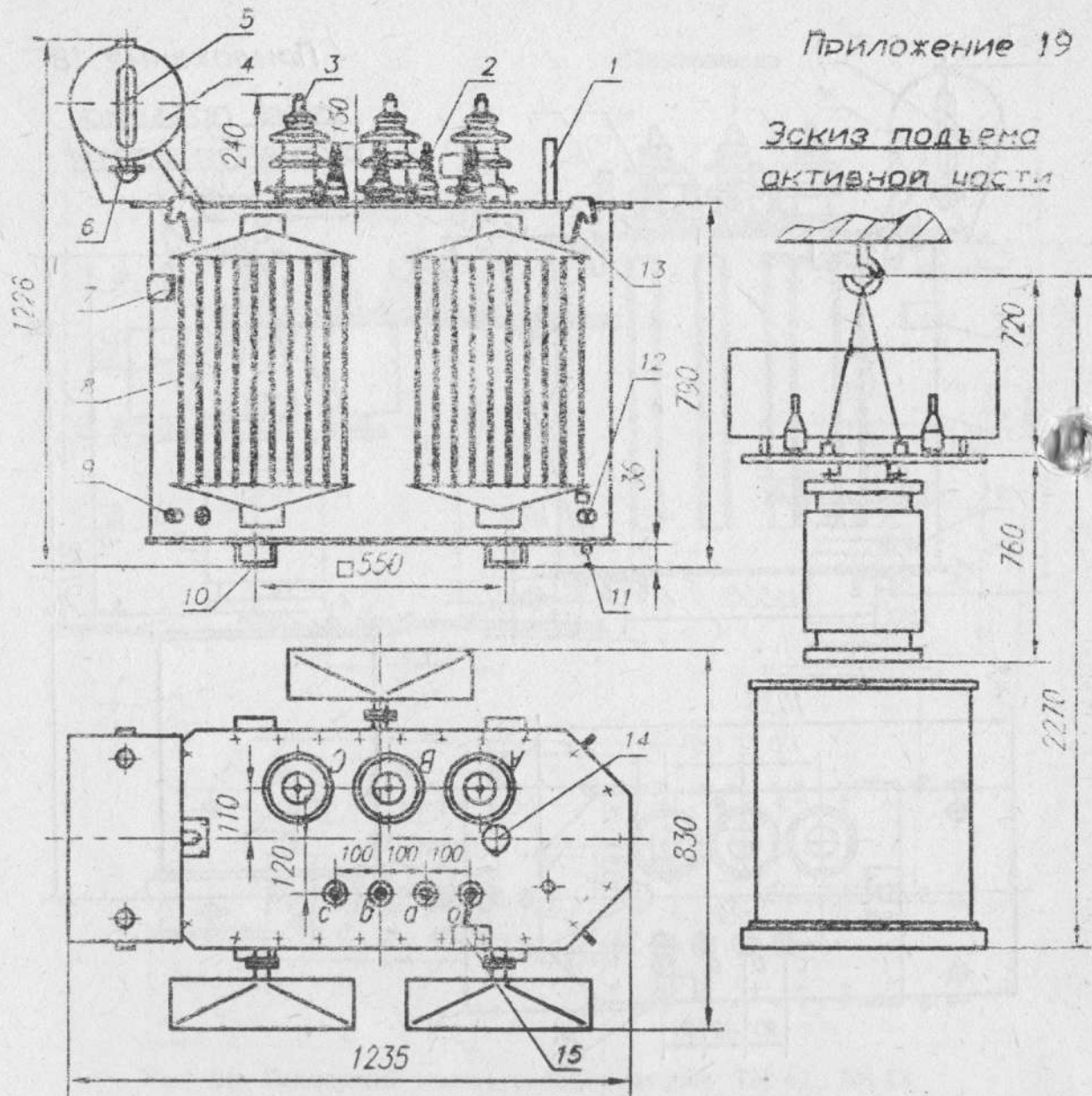


Рис. 23. Размерный эскиз трансформатора ТМ-100

1 — термометр; 2 — ввод НН; 3 — ввод ВН; 4 — маслорасширитель; 5 — маслоуказатель; 6 — воздухоосушитель; 7 — щиток заводской; 8 — бак; 9 — болт заземления; 10 — швеллер; 11 — пробка для спуска осадка; 12 — пробка для отбора пробы масла; 13 — крюк для подъема трансформатора; 14 — привод переключателя; 15 — предохранитель.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	660
	Масса масла	204
	Масса активной части	310

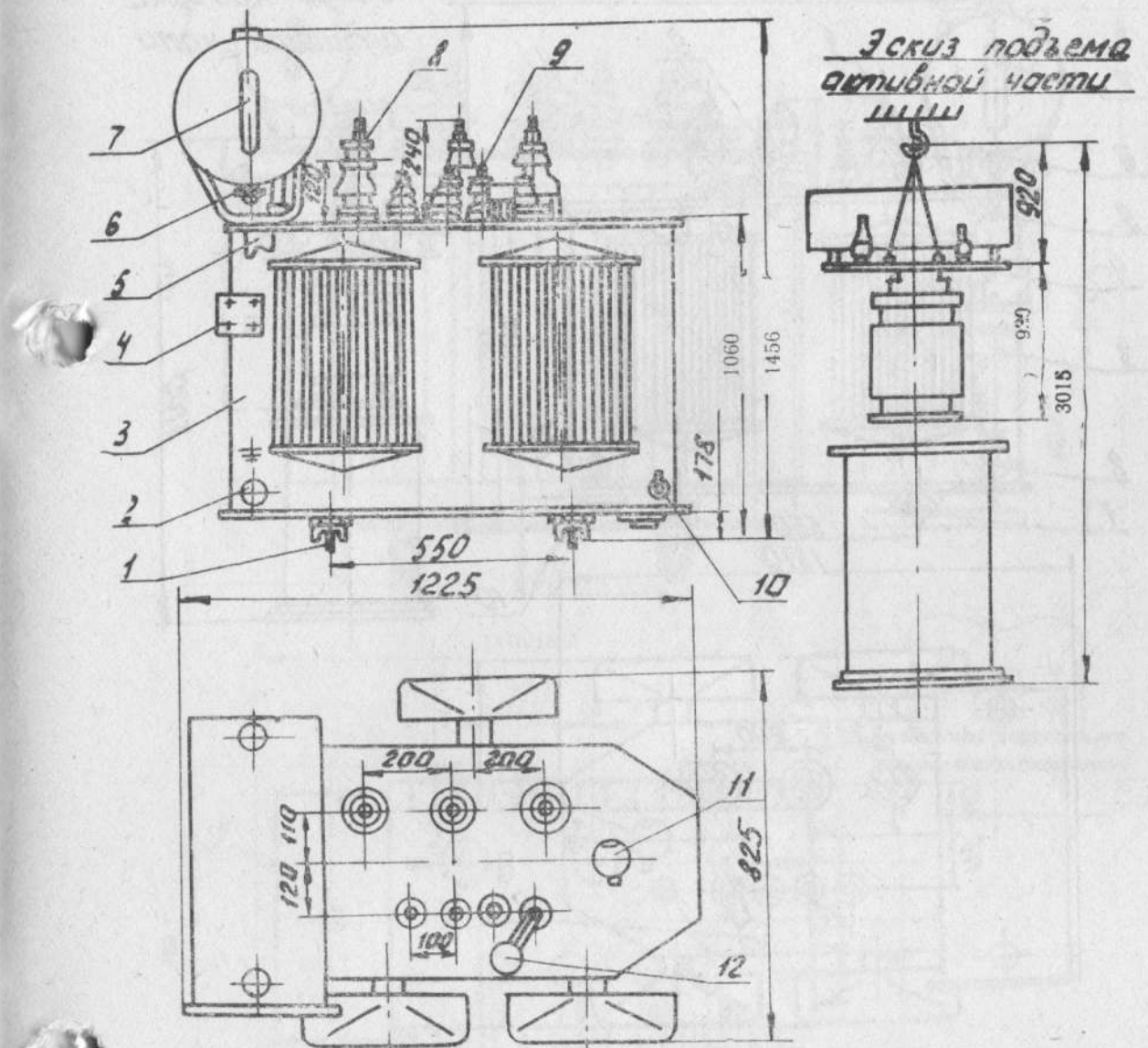


Рис. 24. Размерный эскиз трансформатора ТМ-160

1 — ролик транспортный; 2 — болт заземления; 3 — бак; 4 — табличка; 5 — крюк для подъема трансформатора; 6 — воздухоосушитель; 7 — маслоуказатель; 8 — ввод ВН; 9 — ввод НН; 10 — пробка для заливки и отбора пробы масла; 11 — переключатель; 12 — предохранитель.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	890
	Масса масла	260
	Масса активной части	380



Эскиз подъема активной части

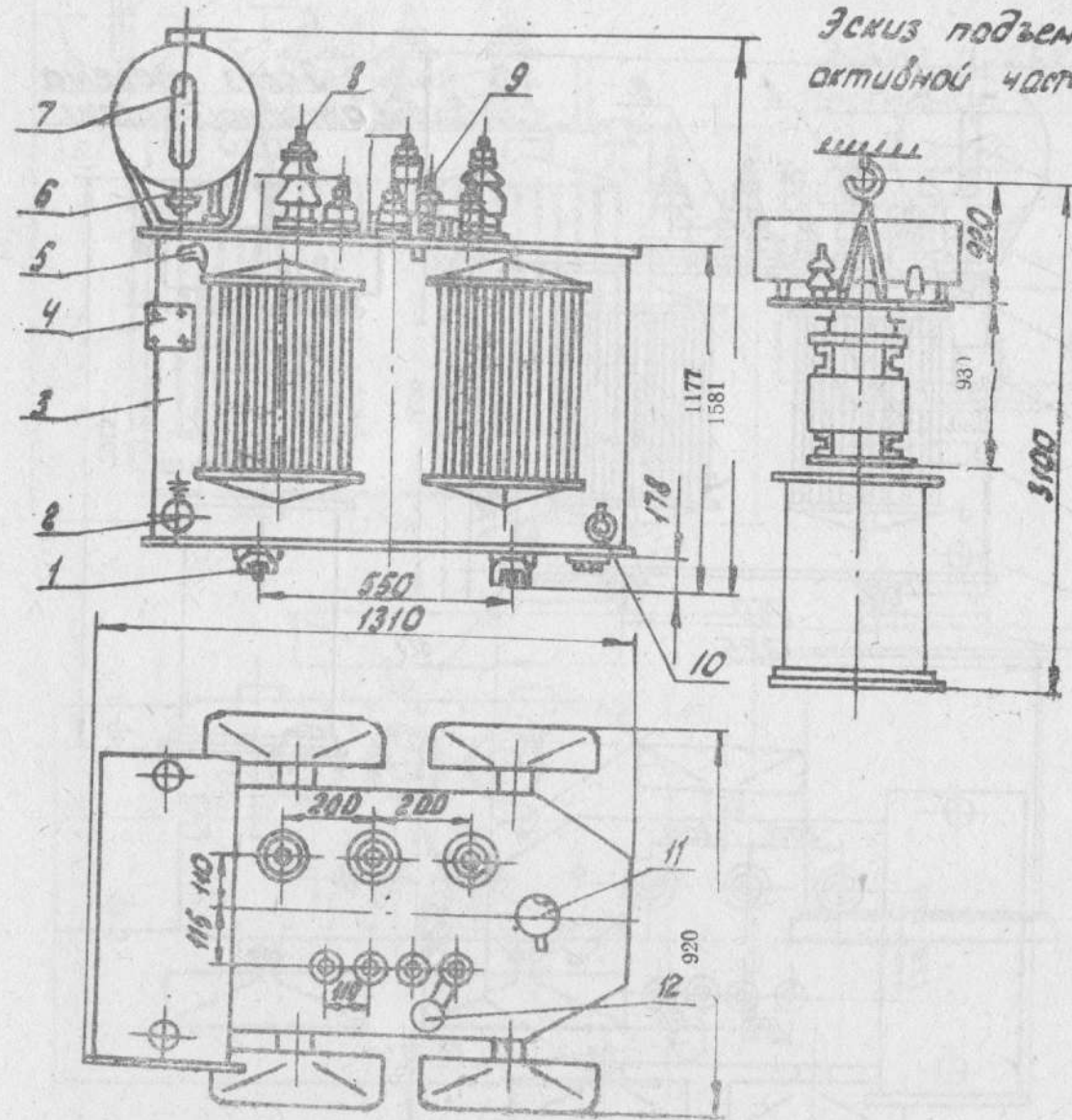


Рис. 25. Размерный эскиз трансформатора ТМ-250

1 — ролик (транспортный); 2 — болт заземления; 3 — бак; 4 — табличка; 5 — крюк для подъема трансформатора; 6 — воздухоосушитель; 7 — маслоуказатель; 8 — ввод ВН; 9 — ввод НН; 10 — пробка для заливки и отбора пробы масла; 11 — переключатель; 12 — предохранитель.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	1100
	Масса масла	340
	Масса активной части	550

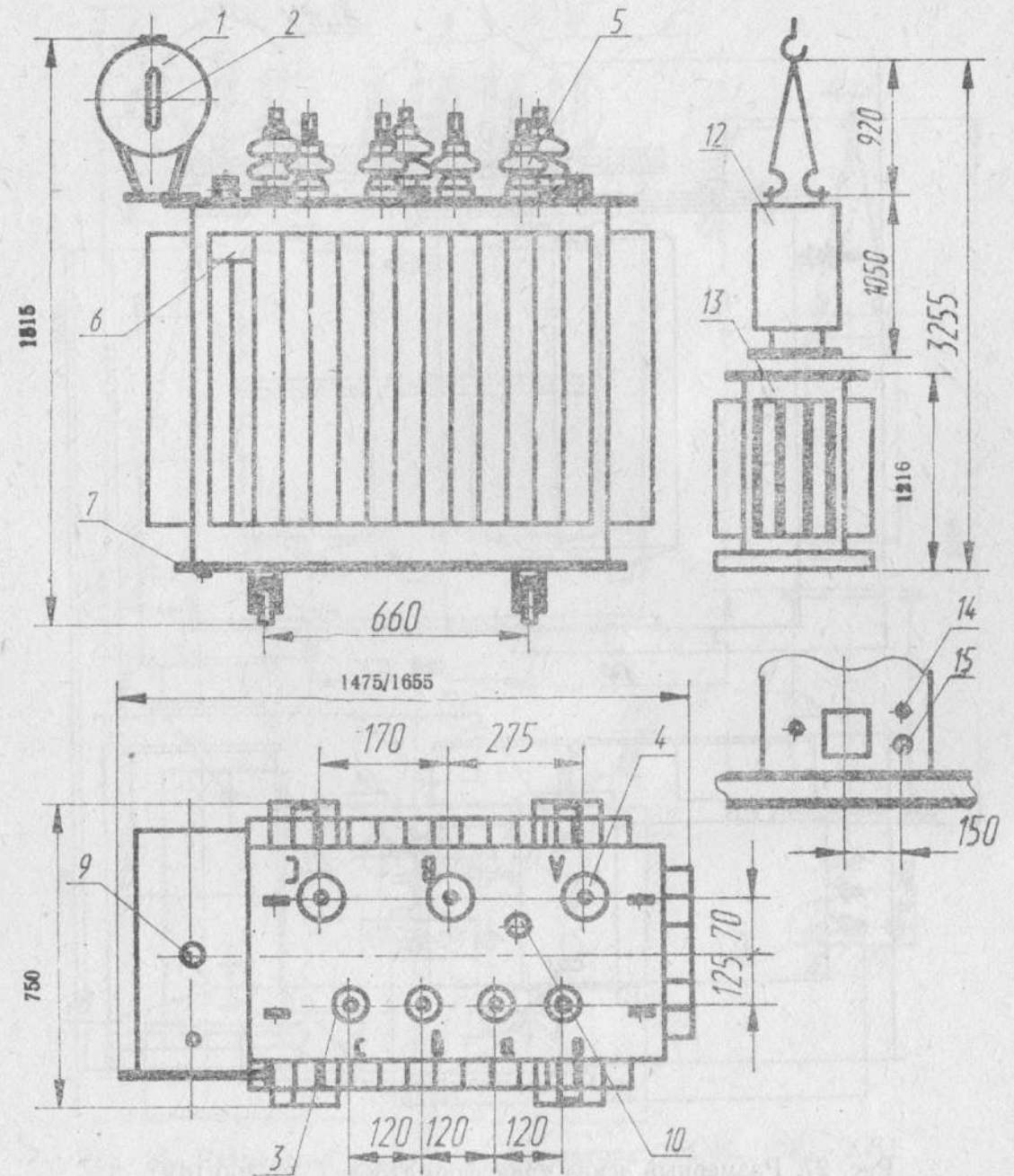


Рис. 26. Трансформатор ТМ-400/10

1 — маслорасширитель; 2 — маслоуказатель; 3 — ввод 1 кВ, 630 А; 4 — ввод 10 кВ, 250 А; 5 — ввод 1 кВ, 250 А; 6 — заводской щиток; 7 — пробка для спуска осадка; 8 — воздухоосушитель; 9 — пробка для доливки масла; 10 — привод переключателя; 11 — крюк для подъема трансформатора; 12 — активная часть; 13 — бак; 14 — знак заземления; 15 — болт заземления.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	1480
	Масса масла	470
	Масса активной части	950

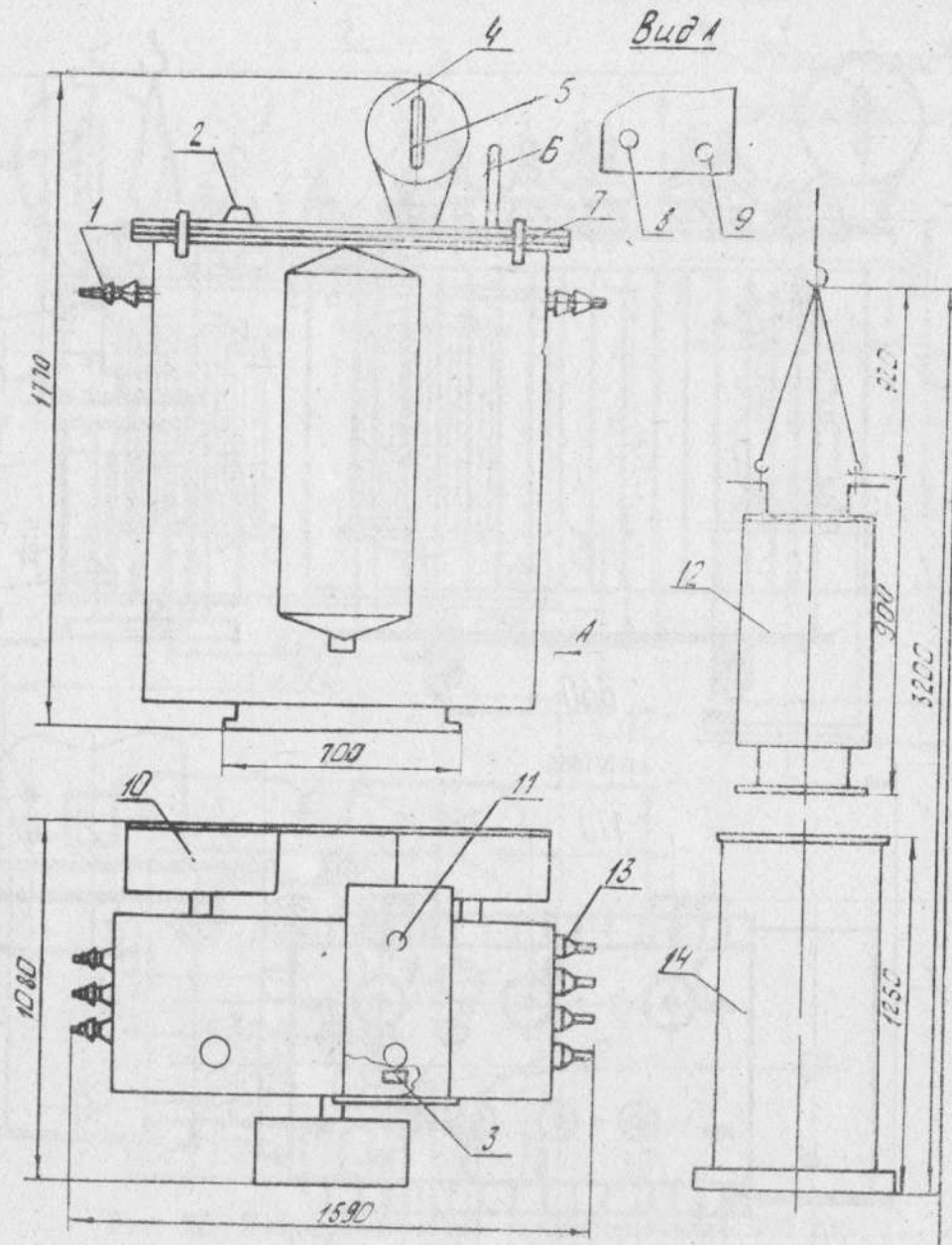


Рис. 27. Размерный эскиз трансформатора ТМФ-400/10У1

1 — ввод ВН; 2 — привод переключателя; 3 — щиток заводской; 4 — масло-расширитель; 5 — маслоуказатель; 6 — термометр; 7 — крюк для подъема; 8 — болт заземления; 9 — пробка для взятия пробы и спуска масла; 10 — радиатор; 11 — пробка для доливки масла; 12 — активная часть; 13 — ввод НН; 14 — бак.

	Полная масса трансформатора	1813
Массы, кг	Масса масла	490
	Масса активной части	901

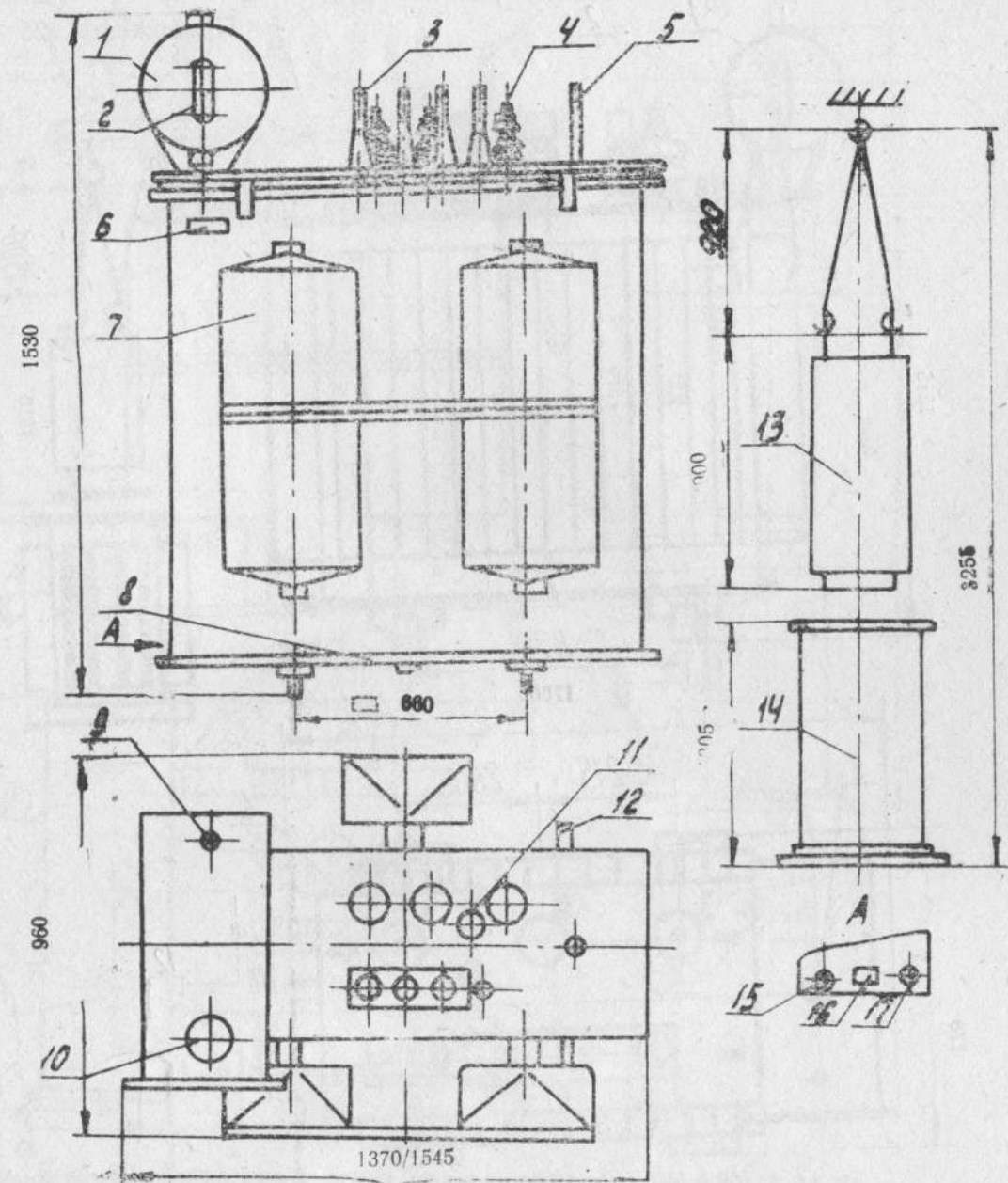


Рис. 28. Размерный эскиз трансформатора ТМ-400/10У1, ХЛ1

1 — маслорасширитель; 2 — маслоуказатель; 3 — ввод НН; 4 — ввод ВН; 5 — термометр; 6 — заводской щиток; 7 — радиатор; 8 — пробка для спуска осадка; 9 — пробка для доливки масла; 10 — воздухоосушитель; 11 — привод переключателя; 12 — крюк для подъема трансформатора; 13 — активная часть; 14 — бак; 15 — пробка для взятия пробы масла; 16 — пробка для спуска и взятия пробы масла; 17 — болт заземления.

	Полная масса трансформатора	1500
Массы, кг	Масса масла	490
	Масса активной части	900

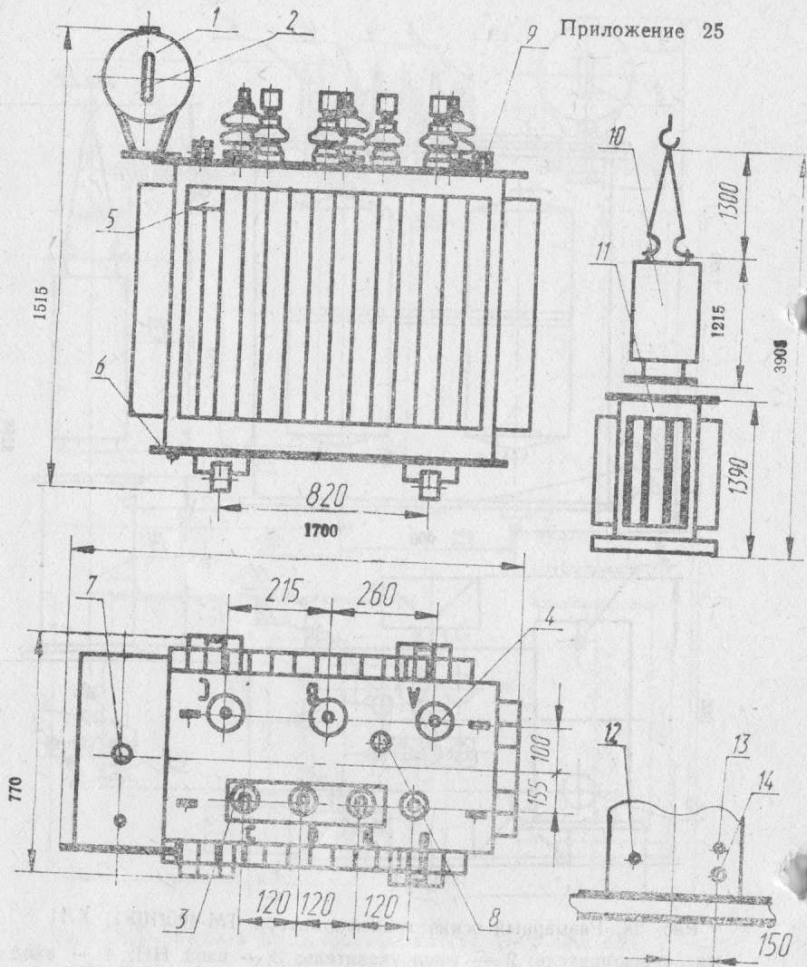


Рис. 29. Трансформатор ТМ-630/10

1 — маслорасширитель; 2 — маслоуказатель; 3 — ввод НН; 4 — ввод ВН; 5 — заводской щиток; 6 — пробка для спуска осадка; 7 — воздухоосушитель; 8 — привод переключателя; 9 — крюк для подъема трансформатора; 10 — активная часть; 11 — бак; 12 — пробка для взятия пробы масла; 13 — знак заземления; 14 — болт заземления.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	1885
	Масса масла	435
	Масса активной части	1170

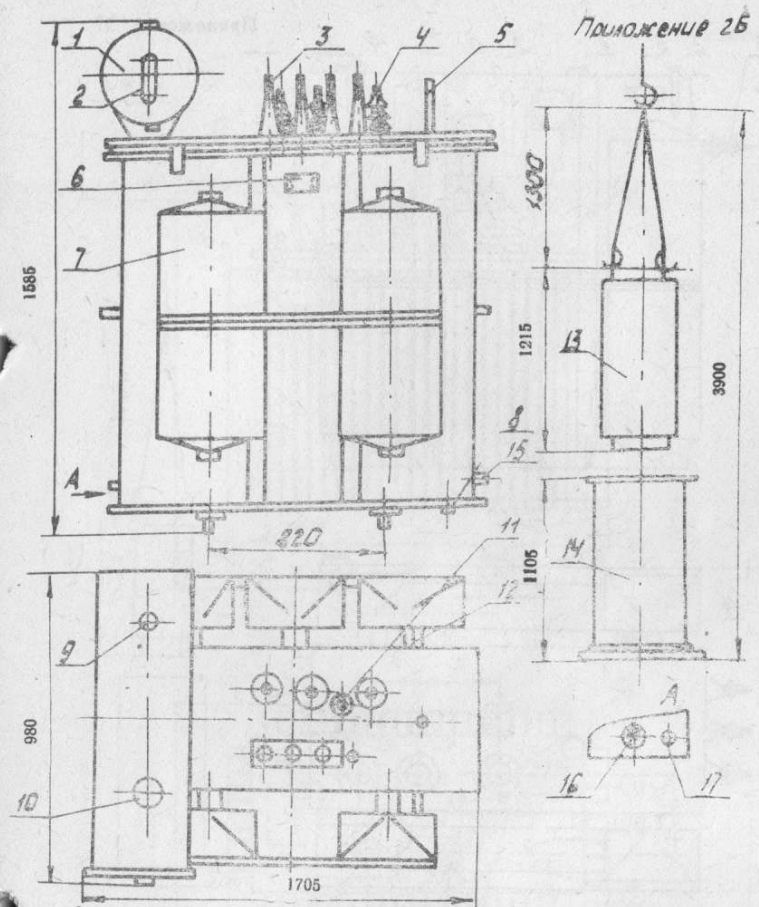


Рис. 30. Размерный эскиз трансформатора ТМ-630/10-94 V1

1 — маслорасширитель; 2 — маслоуказатель; 3 — ввод НН; 4 — ввод ВН; 5 — термометр; 6 — заводской щиток; 7 — радиатор; 8 — пробка для спуска осадка; 9 — пробка для доливки масла; 10 — воздухоосушитель; 11 — привод переключателя; 12 — крюк для подъема трансформатора; 13 — активная часть; 14 — бак; 15 — пробка для взятия пробы масла; 16 — знак заземления; 17 — болт заземления.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	1920
	Масса масла	435
	Масса активной части	1060

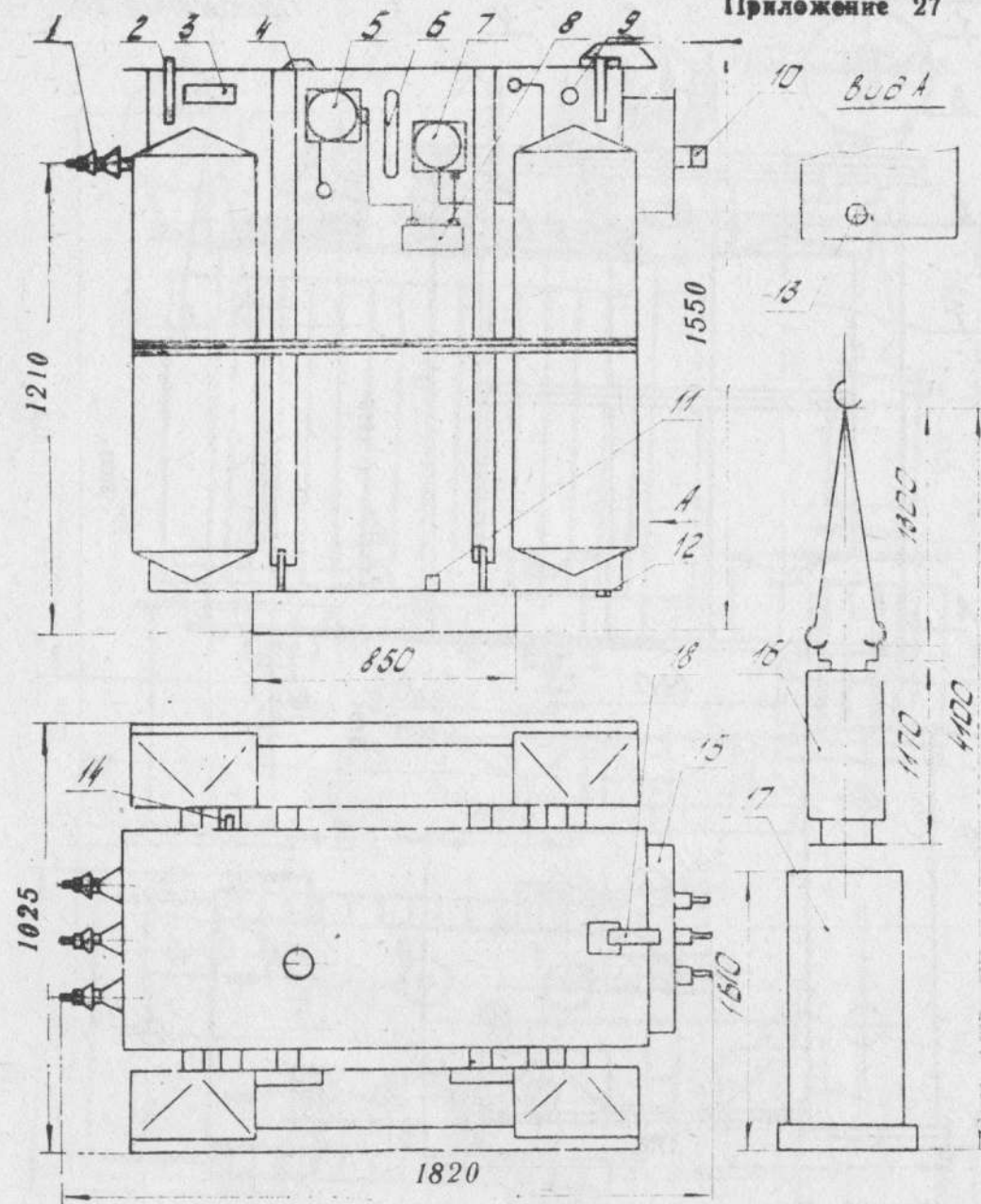


Рис. 31. Размерный эскиз трансформатора ТМЗ-630/10 У1

1 — ввод ВН; 2 — крюк для подъема трансформатора; 3 — щиток заводской; 4 — привод переключателя; 5 — мановакуумметр; 6 — маслоуказатель; 7 — термосигнализатор; 8 — клеммная коробка; 9 — пробка для уменьшения давления в баке; 10 — ввод НН; 11 — болт заземления; 12 — пробка для спуска остатков масла; 13 — пробка для слива и взятия пробы масла; 14 — пробка для заполнения трансформатора азотом; 15 — ввод НН; 16 — активная часть; 17 — бак; 18 — предохранительная диафрагма.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	2276
	Масса масла	600
	Масса активной части	1200

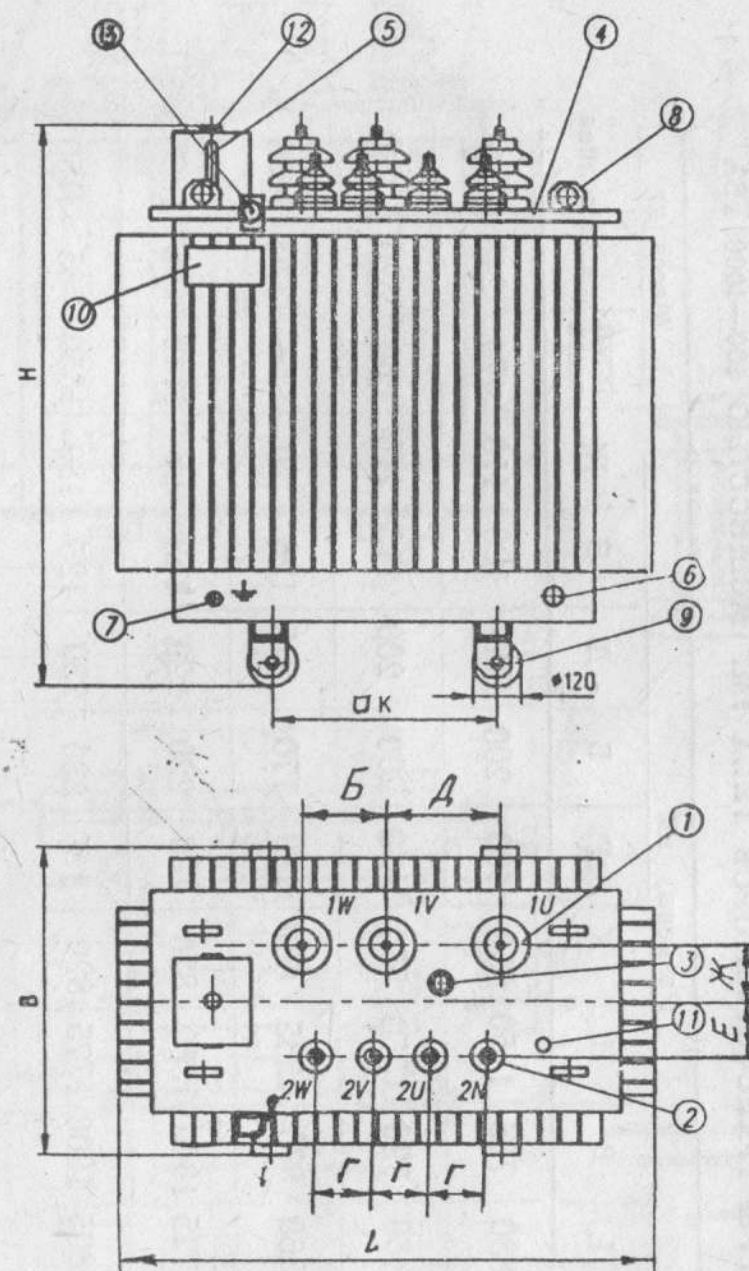


Рис. 32. Трансформатор типа ТМГ мощностью 160—1000 кВА

1 — вводы ВН; 2 — вводы НН; 3 — переключатель; 4 — крышка; 5 — маслоуказатель; 6 — пробка для спуска и заливки масла; 7 — заземляющий болт; 8 — крюк для подъема; 9 — каток; 10 — заводской щиток; 11 — термометр или термосигнализатор; 12 — предохраняющий клапан; 13 — мановакуумметр.

**ГАБАРИТНЫЕ, УСТАНОВОЧНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ  
РАЗМЕРЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТИПА ТМГ МОЩНОСТЬЮ 160—1000 КВА**

Мощность, КВА	Размеры, мм								Масса, кг			
	L	B	H	K	Г	Б	Д	Е	Ж	актив. части	масла	полная
160	1330	765	1450	550	100	200	200	120	110	474	240	940
250	1460	790	1550	550	110	200	200	115	110	660	320	1230
400	1560	870	1535	660	120	170	275	126	70	958	370	1600
630	1715	1000	1500	820	120	220	220	153	98	1145	405	1865
1000	1805	1000	1775	820	180	230	230	125	180	1650	765	3150

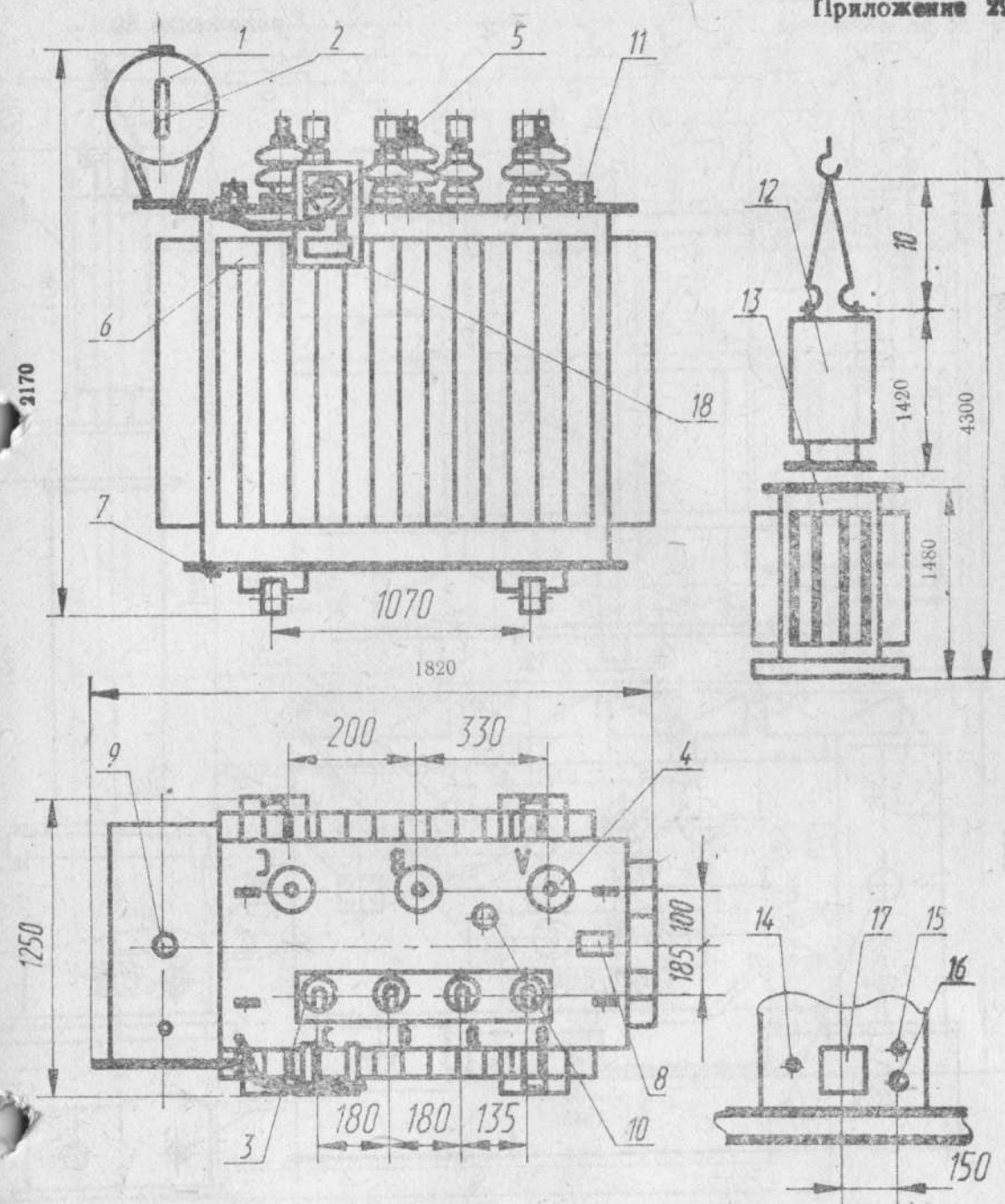


Рис. 33. Трансформатор ТМ-1000/10

1 — маслорасширитель; 2 — маслоуказатель; 3 — ввод НН; 4 — ввод ВН; 5 — термосигнализатор; 6 — заводской щиток; 7 — пробка для спуска осадка; 8 — кран для заливки масла; 9 — воздухоосушитель; 10 — привод переключателя; 11 — крюк для подъема трансформатора; 12 — активная часть; 13 — бак; 14 — пробка для взятия пробы масла; 15 — знак заземления; 16 — болт заземления; 17 — кран для слива масла.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	3555
	Масса масла	840
	Масса активной части	1664

Приложение 30

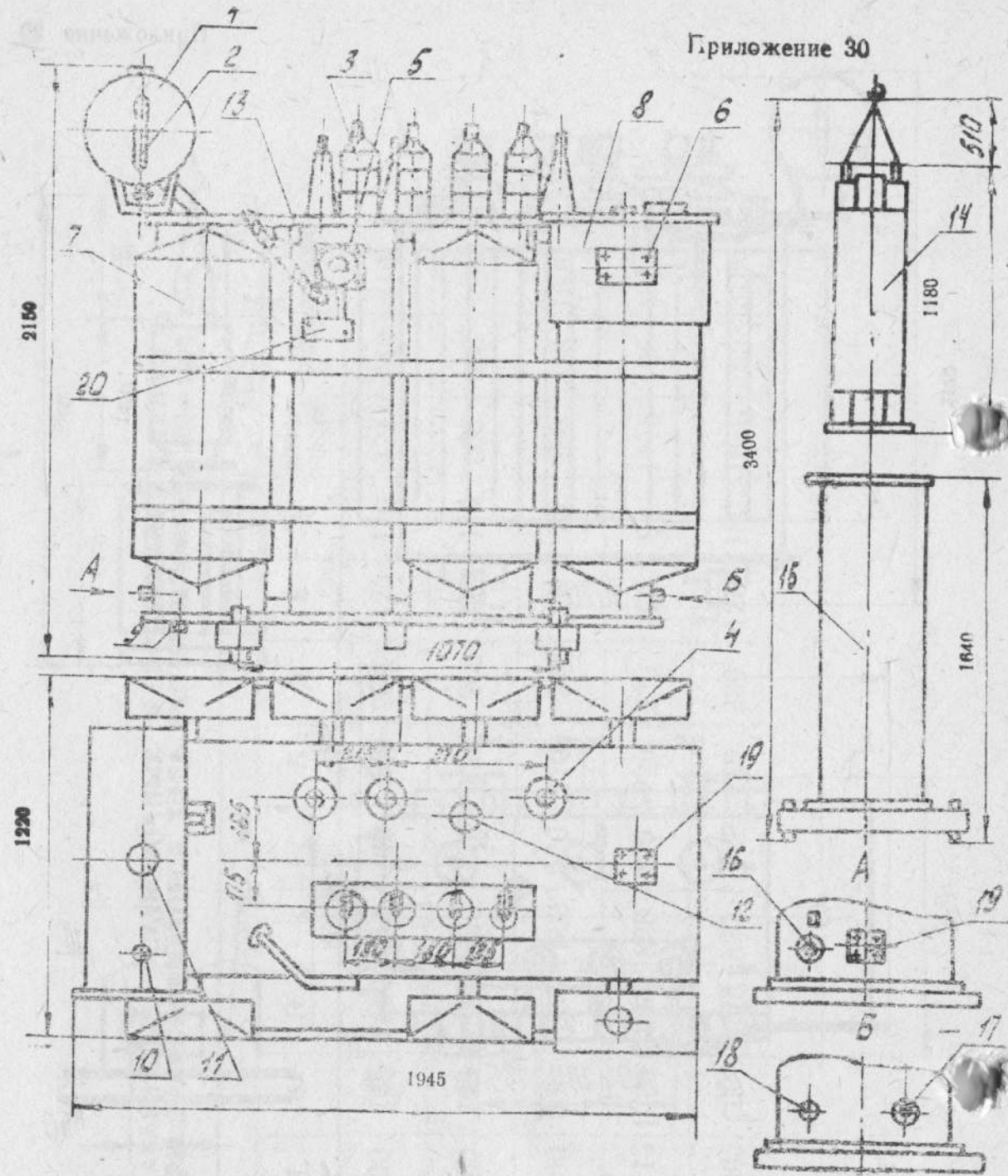


Рис. 34. Размерный эскиз трансформатора ТМ-1000/10-94 У1

1 — маслорасширитель; 2 — маслоуказатель; 3 — вводы НН; 4 — ввод ВН; 5 — термосигнализатор; 6 — заводской щиток; 7 — радиатор; 8 — термосифонный фильтр; 9 — пробка для спуска осадка; 10 — пробка для доливки масла; 11 — воздухоосушитель; 12 — привод переключателя; 13 — крюк для подъема трансформатора; 14 — часть активная; 15 — бак; 16 — пробка для взятия пробы масла; 17 — знак заземления; 18 — болт заземления; 19 — кран для спуска и доливки масла; 20 — коробка соединительная.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	3590 тах
	Масса масла	900
	Масса активной части	1805 тах

Приложение 31

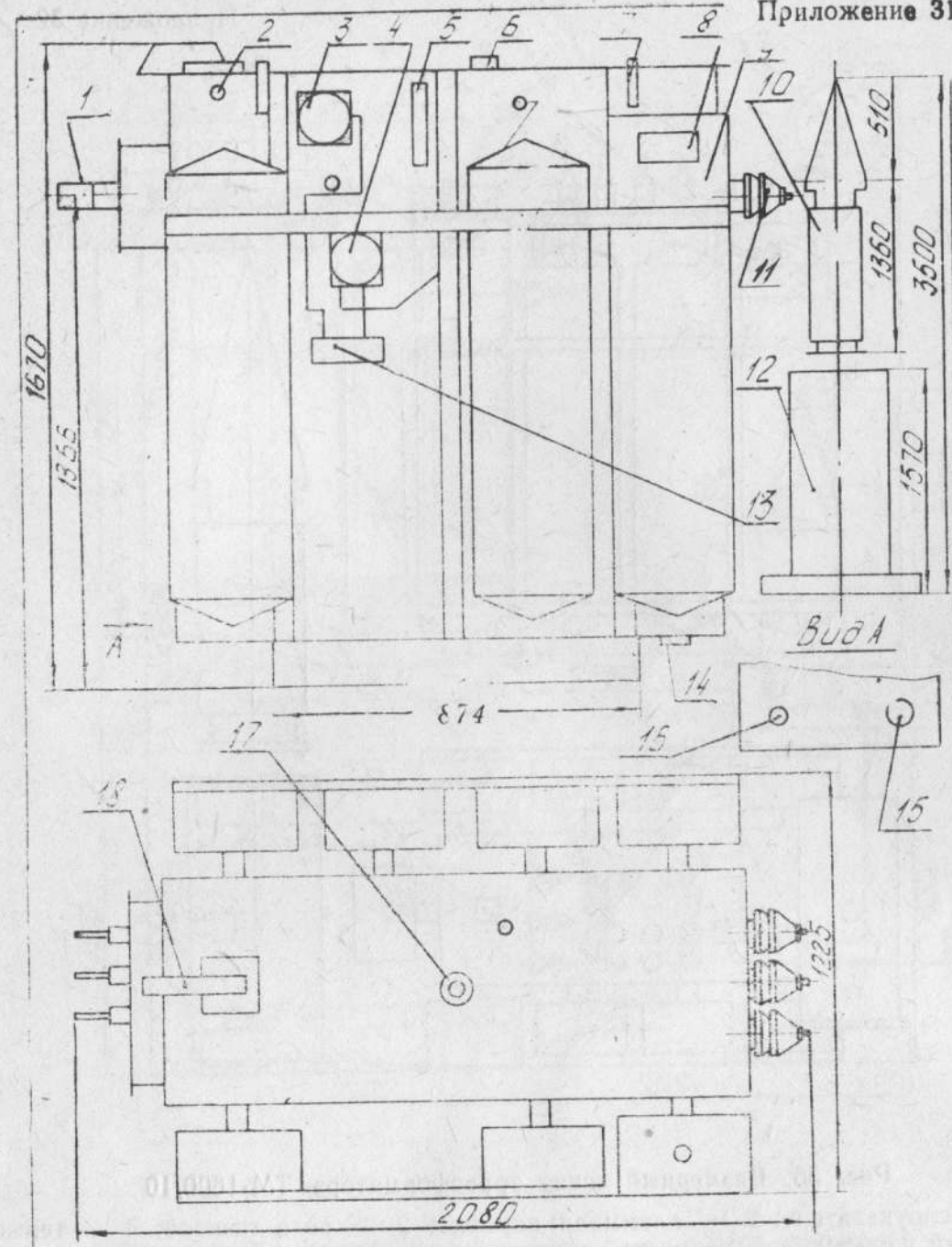


Рис. 35. Размерный эскиз трансформатора ТМЗ-1000/10 У1

1 — ввод НН; 2 — кран для заполнения трансформатора азотом; 3 — мановакуумметр; 4 — термосигнализатор; 5 — маслоуказатель; 6 — привод переключателя; 7 — крюк для подъема трансформатора; 8 — щиток заводской; 9 — термосифонный фильтр; 10 — активная часть; 11 — ввод ВН; 12 — бак; 13 — клеммная коробка; 14 — пробка для спуска остатков масла; 15 — пробка для слива и взятия пробы масла; 16 — болт заземления; 17 — пробка для уменьшения давления в баке; 18 — предохранительная диафрагма.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	3242
	Масса масла	765
	Масса активной части	1813

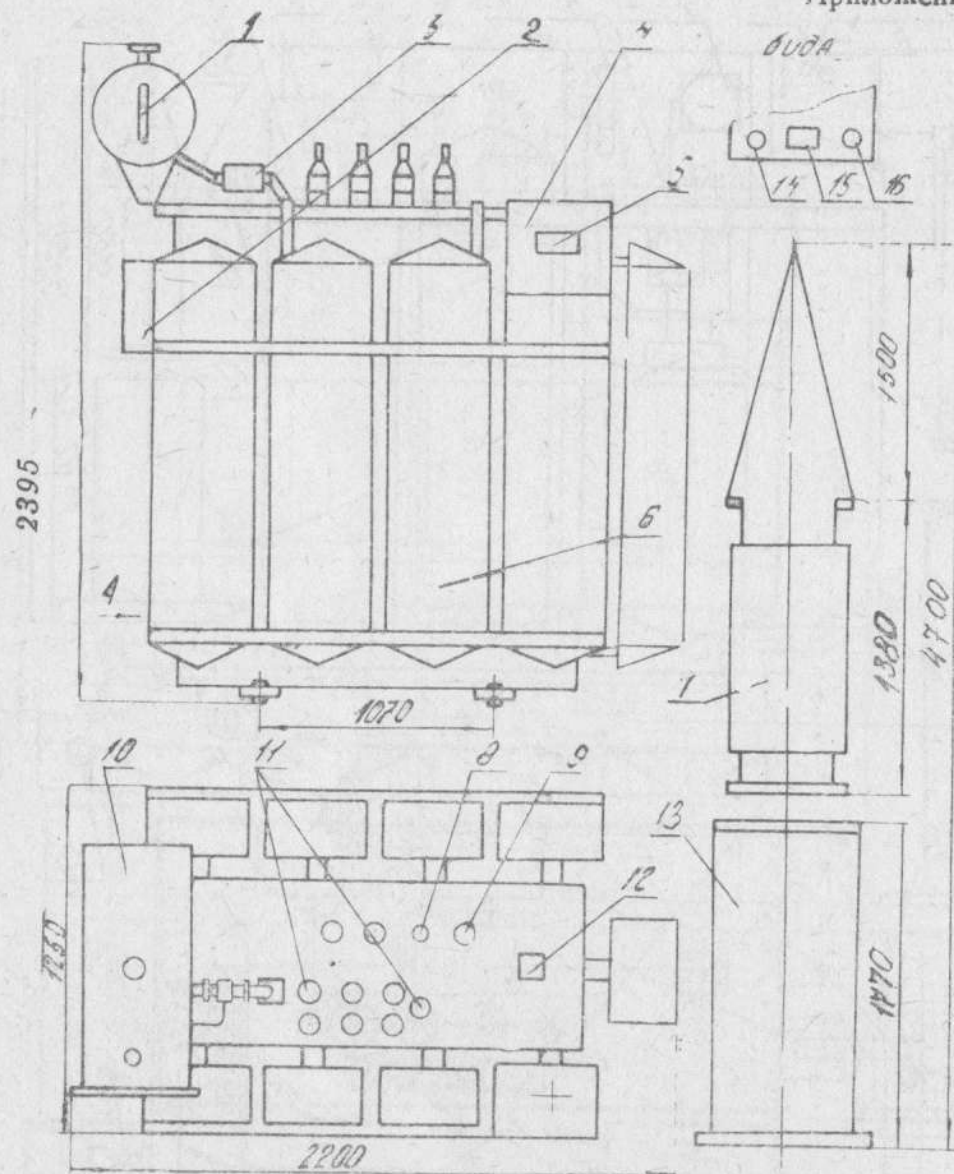


Рис. 36. Размерный эскиз трансформатора ТМ-1600/10

1 — маслоуказатель; 2 — клеммная коробка; 3 — реле газовое; 4 — термосифонный фильтр; 5 — заводской щиток; 6 — радиатор; 7 — активная часть; 8 — привод переключателя; 9 — ввод ВН; 10 — маслорасширитель; 11 — ввод НН; 12 — край для заливки масла; 13 — бак; 14 — пробка для взятия пробы масла; 15 — кран для спуска масла; 16 — болт заземления.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	4750
	Масса масла	930
	Масса активной части	2390

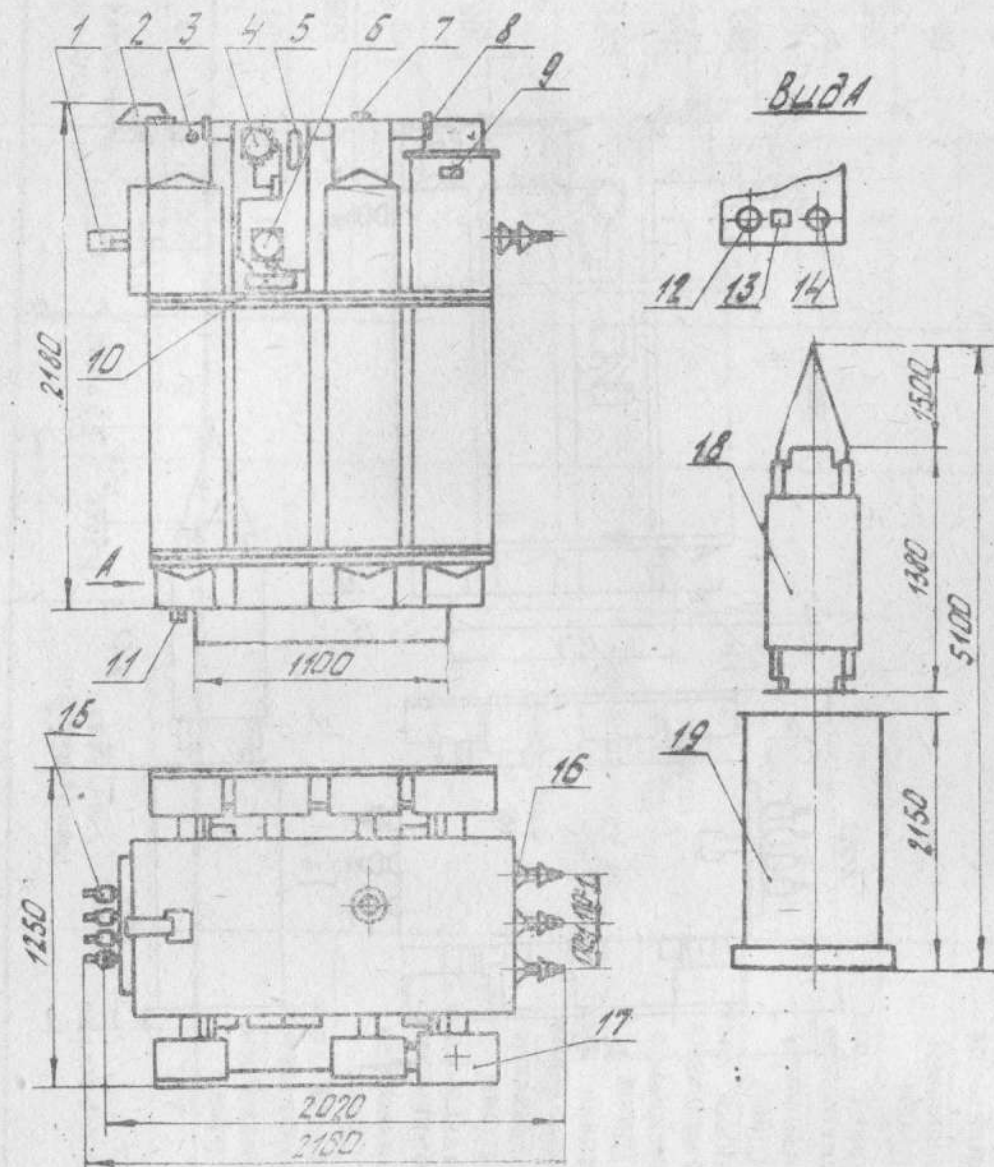


Рис. 37. Размерный эскиз трансформатора ТМЗ-1600/10 У1

1 — ввод НН(О); 2 — диафрагма предохранительная; 3 — пробка для изменения давления в баке; 4 — мановакуумметр; 5 — маслоуказатель; 6 — термосигнализатор; 7 — привод переключателя; 8 — крюк для подъема трансформатора; 9 — щиток заводской; 10 — коробка соединительная; 11 — пробка для спуска осадка; 12 — пробка для взятия пробы масла; 13 — кран для спуска масла; 14 — болт заземления; 15 — ввод НН; 16 — ввод ВН; 17 — термосифонный фильтр; 18 — активная часть; 19 — бак.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	4785
	Масса масла	1100
	Масса активной части	2400

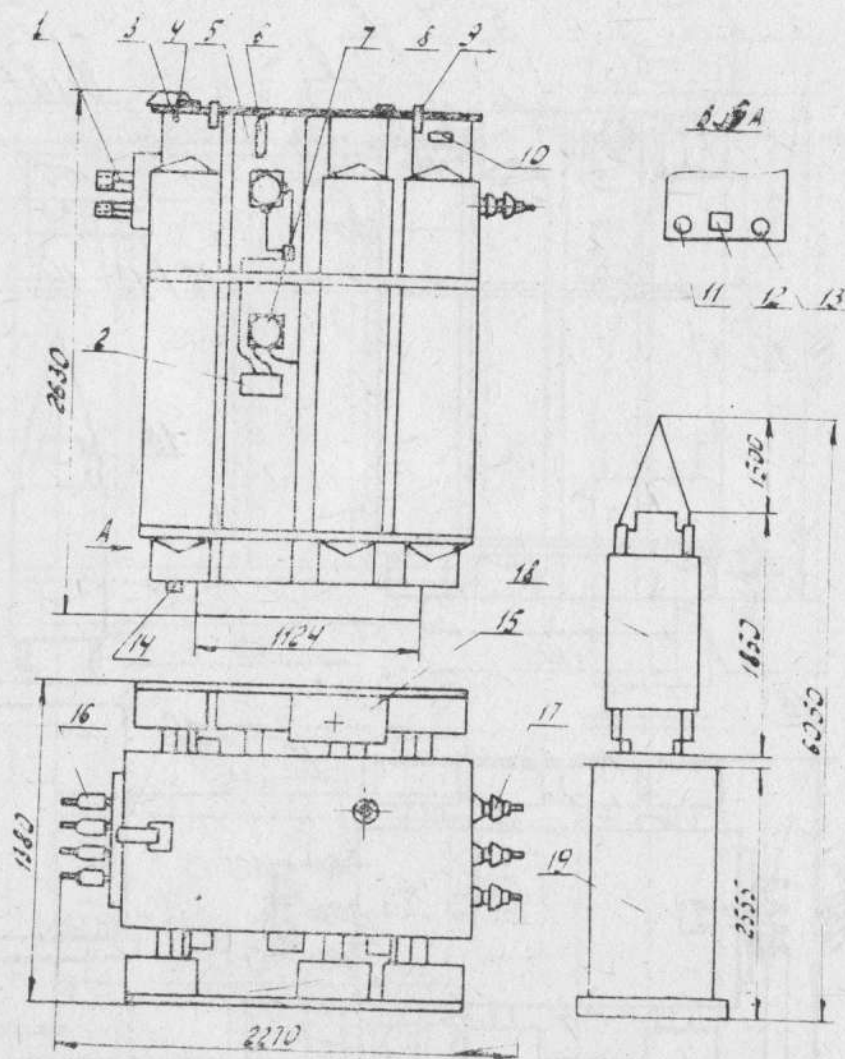


Рис. 38. Размерный эскиз трансформатора ТМЗ-2500/10

1 — ввод НН (0); 2 — коробка соединительная; 3 — пробка для изменения давления в баке; 4 — диафрагма предохранительная (реле давления); 5 — мановакууметр; 6 — маслоуказатель; 7 — термосигнализатор; 8 — привод переключателя; 9 — крюк для подъема трансформатора; 10 — шток заводской; 11 — пробка для взятия пробы масла; 12 — кран для спуска масла; 13 — болт заземления; 14 — пробка для спуска осадка; 15 — термосифонный фильтр; 16 — ввод НН; 17 — ввод ВН; 18 — активная часть; 19 — бак.

Массы, кг	Полная масса трансформатора	7100
	Масса масла	1900
	Масса активной части	3200

**ВЕДОМОСТЬ**  
цветных металлов, содержащихся в изделии

Наименование металла	Класс	Группа	Сорт	Количество металла, кг
Алюминий	А	1	3	288
и алюминиевые сплавы			1	68
Алюминий и магниевые сплавы			3	229
Алюминий и магниевые сплавы			1	89
Алюминий и магниевые сплавы			3	205
Алюминий и магниевые сплавы			1	66
Алюминий и магниевые сплавы			3	223

ЦБСМОУЖСНБ ОБНПОУЖСНБ



## Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7
	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока	Алюминий и алюминиевые сплавы	А	I	1	0,4
ТМ-25/10						
ТМ(З)-1600/10		Медь и сплавы на медной основе	А	I	3	11
ТМ(З)-1000/10						
ТМЭ-1000/10ХЛ						
ТМ(З)-630/10 ТМБ(Э)-630/10 ТМБ-630/10	Медные проводники тока					
ТМФ-400/10						
ТМ-400/10		4,5				
ТМ-250/10		4,5				
ТМ-160/10		1,9				
ТМ-100/10		1,2				
ТМ-63/10		0,5				
ТМ-40/10		63,5				
ТМ-25/10		46				
						54

## Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7
	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока	Алюминий и алюминиевые сплавы	А	I	1	33
ТМФ-400/10						
ТМ-400/10	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока	Алюминий и алюминиевые сплавы	А	I	3	133
ТМ-250/10	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока					
ТМ-160/10	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока					
ТМ-100/10	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока					
ТМ-63/10	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока	1,8				
ТМ-40/10	Шины алюминиевые Алюминиевые проводники тока	99,4				
		1,2				
		76				
		0,5				
		21				
		0,5				
		147				



О Т З Ы В

о качестве и состоянии электрооборудования

Дата заказа и заводской номер

Дата получения изделия

Состояние изделия в течение срока эксплуатации

Напряжения и частоты тока

Условия и время хранения до монтажа

Замечания к качеству, надежности, монтажу

Дата ввода в эксплуатацию

Замечания к надежности, условиям эксплуатации

Примечания к монтажу и эксплуатации

Подпись и печать

г. Хмельницкий, обл., 280010, ул. Индустриальная, 120,  
ОАО «Укрэлектрощет»

1. Наименование объекта, на котором установлен трансформатор

почтовый адрес

наименование предприятия, организации

2. Тип трансформатора

3. Заводской номер, дата изготовления

4. Дата ввода в эксплуатацию

5. Дата проверки и осмотра

О Т З Ы В

о работе трансформаторов

С целью повышения качества, надежности, долговечности и изучения условий эксплуатации трансформаторов наше предприятие проводит сбор материалов о их работе.

Просим заполнить отзыв на месте установки и вернуть на предприятие по истечении гарантийного срока по адресу:

г. Хмельницкий, обл., 280010, ул. Индустриальная, 120,  
ОАО «Укрэлектрощет».

1. Наименование объекта, на котором установлен трансформатор,  
почтовый адрес \_\_\_\_\_

2. Тип трансформатора \_\_\_\_\_

3. Заводской номер \_\_\_\_\_

4. Дата выпуска \_\_\_\_\_

5. Дата введения в эксплуатацию \_\_\_\_\_

6. Замечания по транспортировке:

а) состояние деталей и узлов трансформатора, комплектность,  
качество упаковки \_\_\_\_\_

б) герметичность бака, состояние уплотнений \_\_\_\_\_

7. Условия и время хранения до начала монтажа и замечания  
по хранению \_\_\_\_\_

8. Характеристики масла и изоляции до начала монтажа \_\_\_\_\_

9. Дефекты, обнаруженные при монтаже \_\_\_\_\_

ЛИНИЯ ОТРЕЗА

10. Сведения о работе трансформатора:

а) характеристика окружающей атмосферы \_\_\_\_\_

б) характеристика масла и изоляции обмоток, измеренные  
в процессе эксплуатации \_\_\_\_\_

в) общее число наработанных часов \_\_\_\_\_

г) число включений \_\_\_\_\_

д) общее число переключений с начала эксплуатации \_\_\_\_\_

е) разновидность и количество коротких замыканий \_\_\_\_\_

ж) периодичность замены сорбента в термосифонном фильтре  
и воздухоосушителя маслорасширителя \_\_\_\_\_

з) надежность работы переключателя, характеристика не-  
исправностей \_\_\_\_\_

ЛИНИЯ ОТРЕЗА

11. Замечания и пожелания по конструкции и качеству изготовления трансформатора:

а) обмотки \_\_\_\_\_

б) переключатель и привод переключателя \_\_\_\_\_

в) вводы \_\_\_\_\_

г) бак и уплотнения \_\_\_\_\_

д) прочее \_\_\_\_\_

Главный инженер объекта \_\_\_\_\_

фамилия, подпись

Отзыв заполнил \_\_\_\_\_

фамилия, подпись

ЛИНИЯ ОТРЕЗА

Тип: ОАО «Укрелектроаппарат». Зак. 64-300. 1999 г.