

Утвержден  
ВЛИЕ.671243.003 ТО-14

ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ  
СЕРИИ НКФ

Техническое описание и инструкция  
по эксплуатации

ВЛИЕ.671243.003 ТО

## Содержание

1 Введение	с
2 Назначение	4
3 Технические данные	4
4 Устройство трансформатора	7
5 Указания мер безопасности	11
6 Порядок установки и подготовка к работе	14
7 Порядок работы	16
8 Проверка технического состояния	19
9 Возможные неисправности и способы их устранения	20
10 Техническое облуживание	26
11 Маркирование и пломбирование	27
12 Консервация	29
13 Упаковка	30
14 Транспортирование и хранение	31
Приложение А Структурные электрические схемы включения трансформаторов	32
Приложение Б Габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса трансформаторов	34
Приложение В Схема соединения обмоток трансформаторов	36
	42

Приложение Г Схема расположения  
выводов вторичных обмо-  
ток трансформаторов

с

45

## 1 Введение

1.1 Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначаются для изучения и руководства при монтаже и эксплуатации трансформаторов напряжения серии НКФ (в дальнейшем - трансформатор).

1.2 При изучении трансформатора и его эксплуатации дополнительно к ТО использовать паспорт на трансформатор.

## 2 Назначение

2.1 Трансформаторы напряжения серии НКФ (однофазные, электромагнитные, масляные, трехобмоточные, наружной установки) предназначены для питания электрических измерительных приборов, цепей защиты и сигнализации в электрических сетях переменного тока частотой 50 или 60 Гц с номинальным напряжением от 66 до 220 кВ.

2.2 Структура условного обозначения трансформатора:

Н - трансформатор напряжения

К - электромагнитный каскадный

Ф - с фарфоровой крышкой

первое число - класс напряжения первичной обмотки, в киловольтах

второе число - классификация по условиям работы внешней изоляции (степень загрязнения)

У, ХЛ - климатическое исполнение для эксплуатации на суше, реках и озерах макроклиматического района соответственно с умеренным, холодным климатом.

1 - категория размещения (эксплуатация на открытом воздухе)

Примечание. Буква „Н“ в конце обозначения означает, что трансформатор предназначен для работы в системах с изолированной нейтралью.

2.3 Высота установки трансформатора не более 1000 м над уровнем моря; допускается установка трансформатора на высоте свыше 1000 м, но не более 4300 м над уровнем моря (при давлении до 400 мм. рт. ст.)

2.4 Верхнее и нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации трансформатора климатического исполнения:

У1 - плюс 50°C и минус 45°C;

ХЛ - плюс 40°C и минус 60°C.

2.5 Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы.

2.6 При эксплуатации трансформаторы должны выдерживать механическую нагрузку от ветра скоростью до 40 м/с и от тяжения проводов (в горизонтальном направлении в плоскости ввода первичной обмотки)

не менее 1000 Н (100 кгс);

При подсоединении шлейфа к выводу трансформатора натяг не допускается

### 3 Технические данные

3.1 Трансформатор с номинальным напряжением вторичной дополнительной обмотки 100:3 В предназначен для работы в сетях с изолированной нейтралью, а с номинальным напряжением 100 В в сетях с эффективно заземленной нейтралью.

3.2 Трансформаторы, предназначенные для работы в сетях с изолированной нейтралью, изготавливаются в классах точности для основной вторичной обмотки 0,5; 1,0 и 3,0.

Трансформаторы, предназначенные для работы в сетях с эффективно заземленной нейтралью, изготавливаются в классах точности для основной вторичной обмотки 0,2; 0,5; 1,0; 3,0.

Класс точности вторичной дополнительной обмотки всех трансформаторов 3,0.

3.3 Номинальные напряжения обмоток, предельные мощности и номинальные мощности для каждого класса точности трансформаторов приведены в таблице 1. Указанные мощности являются суммарными мощностями основной и дополнительной вторичных обмоток.

3.4 Погрешности трансформаторов в зависимости от классов точности удовлетворяют нормам приведенным в таблице 2, при условии, что:

- частота питающей сети  $(50 \pm 0,5)$  Гц или  $(60 \pm 0,6)$  Гц;

Таблица 1

Тип трансформатора	Номинальное напряжение обмотки, В		Номинальная мощность в классе точности, В·А				Пределная мощность, В·А		
	первичной	вторичной		0,2	0,5	1,0		3,0	
		основной	дополнительной						
НКФ-110-II-У1-Н	110 000:√3	100:√3	100	100:3	—	400	600	1200	2000
НКФ-110-II-У1				100	200	400	1000	3000	
НКФ-110-II-ХЛ1 НКФ-110-III-У1				—	400	600	1200	2000	
НКФ-220-III-У1	150 000:√3	100:√3	100	100	200	400	1000	3000	
НКФ-220-II-У1 НКФ-220-II-ХЛ1 НКФ-220-III-У1	220 000:√3			—	400	600	1200	2000	
				100	200	400	1000	3000	
НКФ-220-III-У1	220 000:√3	100:√3	100	—	400	600	1200	2000	
НКФ-220-II-У1				100	200	400	1000	3000	
НКФ-220-II-ХЛ1 НКФ-220-III-У1				—	400	600	1200	2000	



- первичное напряжение от 80 до 120% номинального значения;
- мощность нагрузки обмоток при номинальном напряжении от 25 до 100% номинального значения;
- коэффициент мощности активной-индуктивной нагрузки вторичной обмотки равен 0,8.

Таблица 2

Класс точности	Пределное значение		
	погрешности напряжения, %	угловой погрешности	
		мин	сред
0,2	$\pm 0,2$	$\pm 10$	$\pm 0,3$
0,5	$\pm 0,5$	$\pm 20$	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$	$\pm 40$	$\pm 1,2$
3,0	$\pm 3,0$	не нормируют	

3.5 Схема и группа соединения обмоток трансформатора соответствует условному обозначению 1/1/1-0-0.

3.6 Трансформатор рассчитан для работы в трехфазной группе согласно приложения А. Допускается однофазная установка трансформатора при наличии защиты от перенапряжений.

3.7 Трансформаторы, предназначенные для контроля изоляции в сетях с изолированной нейтралью, должны выдерживать не менее 8 часов однофазные замыкания сети на землю (номинальный коэффициент напряжения 1,9) при наибольшем рабочем напряжении.

3.8 Напряжения на вводах разомкнутого треугольника дополнительных вторичных обмоток трансформатора, включенных в трехфазную группу под номинальное линейное симметричное напряжение при однофазном замыкании на землю со стороны первичных обмоток, составляет от 90 до 110%. При этом значения мощности нагрузки вторичных обмоток при коэффициенте мощности 0,8 должны быть не более значений, указанных в паспорте трансформатора. Номинальной нагрузкой, соответствующей классу точности 3,0, на вводах разомкнутого треугольника считается номинальная нагрузка одной фазы.

3.9 Трансформаторы, предназначенные для работы в сетях с эффективно заземленной нейтралью, выдерживают превышение первичного напряжения до 150% их номинального значения в течение 30 с.

3.10 По условиям работы внешней изоляции, в зависимости от степени загрязнения, трансформаторы изготавливаются следующих категорий:

- II - средняя, отношение длины пути утечки внешней изоляции к наибольшему рабочему линейному напряжению составляет 2,0 см/кВ;

- III - сильная, отношение длины пути утечки внешней изоляции к наибольшему рабочему линейному напряжению составляет 2,5 см/кВ.

Категория трансформатора по условиям работы внешней изоляции соответствует ГОСТ 9920-89 и указывается на табличке трансформатора и в его паспорте.

## 4 Устройство трансформатора

4.1 Расположение основных составных частей трансформатора, габаритные, установочные размеры и масса приведены в приложении Б.

4.2 Внутри фарфоровой крышки трансформатора (блока) на металлическом основании установлена активная часть, которая представляет собой двухстержневой магнитопровод с обмотками на каждом стержне. Магнитопровод изолирован от основания четырьмя стойками из изоляционного материала.

4.3 Магнитопровод трансформатора (блока) изготовлен из пластин анизотропной холоднокатанной электротехнической стали толщиной 0,35 мм.

4.4 Конструкция обмоток трансформатора (блока) - цилиндрическая, сплюснутая. Схемы соединения обмоток приведены в приложении Б.

По назначению обмотки трансформатора подразделяются на первичную (ВН), вторичные (НН) основную и дополнительную выравнивающую (П) и связующие (Р). Обмотку Р имеет только трансформатор состоящий из блоков.

4.5 Трансформатор (блок) должен быть заполнен трансформаторным маслом селективной очистки по ГОСТ 10-101-76.

Допускается применять другие марки трансформаторного масла с характеристиками не хуже вышеуказанной марки.

4.6 Расширитель предназначен для компенсации температурных изменений объема масла трансформатора (блока). В трансформаторе НКФ-110-II расширителем является верхняя часть фарфоровой крышки.

4.7 Расширитель трансформатора (блока) имеет указатель уровня масла. На указателе уровня масла нанесены три контрольные черты: средняя уровень масла в неработающем трансформаторе при температуре  $+15^{\circ}\text{C}$ , верхняя - уровень масла работающего трансформатора при верхнем предельном значении температуры воздуха и нижняя - уровень масла в работающем трансформаторе при нижнем предельном значении температуры окружающего воздуха.

Нижнее и верхнее (рабочие) значения температуры окружающего воздуха для различных климатических исполнений трансформаторов (блоков) приведены в 2.4 настоящих ТО.

4.8 Трансформатор (блок) заполнен трансформаторным маслом. Уровень масла неработающего трансформатора при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  должен находиться против красной черты маслоуказателя. На каждые  $10^{\circ}\text{C}$  повышения или понижения температуры уровень масла соответственно повышается или понижается у трансформатора (блока) на  $10\text{мм}$ .

4.9 Линейный ввод "А" первичной обмотки трансформатора (блока) расположен на расширителе (при нескольких блоках - на расширителе верхнего блока). Заземляемый ввод "Х" первичной обмотки и выводы А, Х, А<sub>д</sub>, Х<sub>д</sub> вторичных обмоток расположены в кародке выводов основания. Схемы расположения выводов приведены в приложении Д.

4.10 В трансформаторах класса напряжения  $150\text{кВ}$  и выше, состоящих из двух блоков, вводы

„Э“ и „Кр“ связующих обмоток расположены на крышке расширителя нижнего блока и на основании верхнего блока к вводу „Э“ подсоединены обмотка ВН и начало обмотки Р.

4.11 Воздухоосушитель - это влагопоглощающий фильтр, предотвращающий свободный доступ воздуха в трансформатор (блок), который установлен на крышке трансформатора (блока). Стеклоцилиндр воздухоосушителя заполнен силикагелем. Верхняя часть стеклоцилиндра воздухоосушителя заполнена силикагелем-индикатором, который при насыщении влагой меняет свою окраску.

4.12 Через маслосливной патрубок основания трансформатора (блока) производится слив масла.

4.13 Кабельная муфта рассчитана для разделки в ней концов подводимого кабеля диаметром не более 25 мм.

4.14 Блоки трансформаторов классов напряжения 150 кВ и выше устанавливаются один на другой.

Электрическое соединение блоков между собой осуществляется перемычками из многожильного медного провода сечением  $10 \text{ мм}^2$ .

## 5. Указания мер безопасности.

5.1 При монтаже, наладке, вводе в эксплуатацию трансформатора необходимо соблюдать правила техники безопасности в соответствии с требованиями следующих документов:

- "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ, изд. 6);
- "Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей" (ПТЭС);
- "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей";
- "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок" (ПТБ).

5.2 При транспортировании и подвесе трансформатора или отдельных блоков трансформатора необходимо подвешивать за кольца или крючки, приваренные на основании трансформатора или блока с обязательной страховкой канатом в верхней части.

5.3 Подъем трансформатора, собранного из двух блоков, производить только за кольца, приваренные на основании нижнего блока. Стропы у расширителя верхнего блока должны быть связаны, во избежание наклона или опрокидывания трансформатора.

5.4 Подъем трансформатора или блока производить без рывков и толчков с сохранением строго вертикального положения и соблюдением всех мер безопасности погрузочно-разгрузочных работ.

5.5 Трансформатор имеет на основании (при наличии двух блоков - на основании нижнего блока) болты для заземления.

5.6 Запрещается приближение и обслуживание трансформатора под напряжением при наличии признаков повреждения, определяемых сигнальной аппаратурой, средствами диагностики или визуально.

## 6. Порядок установки и подготовка к работе

6.1 Распаковать трансформатор и проверить комплектность согласно паспорту.

6.2 Убедиться путем наружного осмотра в отсутствии повреждений фарфоровых покрышек, вводов, воздухоосушителей, указателя уровня масла, отсутствия течи масла.

6.3 Тщательно очистить трансформатор в целях удаления пыли, грязи и поверхностной влаги ветошью, смоченной уайт-спиритом или другим растворителем.

6.4 Удалить консервационную смазку. В случае появления коррозии контактные поверхности зачистить.

6.5 Проверить уровень масла по указателю. При изменении температуры масла на  $10^{\circ}\text{C}$  его уровень изменяется на 10 мм.

В случае понижения уровня масла установить и устранить причину его снижения согласно разделу 9, при этом снять гайку специальную и долить масла через предусмотренное отверстие для доливки масла.

Пробивное напряжение доливаемого масла должно быть не менее 45 кВ в стандартном пробойнике для трансформаторов класса напряжения до 150 кВ и 50 кВ для трансформаторов класса напряжения 220 кВ. Тангенс угла диэлектрических потерь при испытании масла должен быть не более 2,2% при  $90^{\circ}\text{C}$ .



6.6 Произвести отбор пробы масла из трансформатора или из каждого блока трансформатора отдельно только при его температуре не ниже плюс 10°C. После отбора пробы масла проверить его уровень согласно 6.5.

6.7 Проверить уровень масла в масляном затворе воздухоосушителя. Он должен быть на 3+4 мм выше нижнего края металлического корпуса, входящего в стеклянный стакан.

Если масло ниже указанной отметки, необходимо снять стакан и произвести доливку масла в стеклянный стакан до необходимого уровня.

6.8 Проверить техническое состояние трансформатора согласно разделу 8.

6.9 Установить трансформатор на опорные конструкции и закрепить.

6.10 При монтаже трансформатора, состоящего из двух блоков, установить их в соответствии с приложением Б, поочередно друг на друга.

6.11 Закрепить установленный блок. Затяжку болтов у соединительных фланцев произвести равномерно по всей окружности.

6.12 Соединить перемычками одноименные вводы соседних блоков („Э“ с „Э“, „Кр“ с „Кр“) в местах разъема. При этом перемычки не должны касаться друг друга и металлоконструкций.

6.13 При установке блоков трансформатора указатели уровня масла должны находиться друг над другом.

6.14 При монтаже трансформатора необходимо соблюдать порядковую нумерацию блоков, нанесенную краской на расширителе. Сборка трансформатора из блоков с порядковыми номерами, отличными от паспортных, не допускается.

6.15 После проверки правильности соединений блоков установить крышки на основания, закрывающие карайки вторичных выводов.

6.16 Установить демонтированные на время транспортирования части трансформатора в соответствии с приложением В.

6.17 Подсоединить шину контура заземления к заземляющему болту основания трансформатора или нижнего блока. Не допускается приварка шины контура к основанию трансформатора. Контактная часть шины должна быть проружена припоем ПОС 40.

## 7 Порядок работы

7.1 Включение трансформатора в сеть может быть произведено только после:

- окончания всех монтажных работ; проверки технического состояния в соответствии с настоящим ТО;
- проверки качества контактных соединений и правильности сборки вторичных цепей напряжения;
- выполнения всех заземлений на трансформаторе;
- обеспечения безопасности обслуживающего персонала.

7.2 Включение трансформатора в сеть допускается производить только на полное напряжение.

7.3 Если проверенный трансформатор по каким-либо причинам не находился длительное время (более трех месяцев) в эксплуатации необходимо произвести повторные испытания в соответствии с разделом 8 настоящего ТО.

7.4 Если в один из блоков производилась доливка масла, то включение трансформатора под напряжение может производиться не ранее, чем через 24 часа после последней доливки.

7.5 Уровень трансформаторного масла в работающем трансформаторе должен быть в зоне ограничительных рисок верхнего и нижнего уровней, указанных на маслоуказателе, в соответствии с температурой окружающего воздуха. Если уровень не соответствует, необходимо выполнить доливку трансформаторного масла и выполнить испытания в соответствии с разделом 8 настоящего ТО.

## 8 Проверка технического состояния

8.1 Для оценки технического состояния трансформатора перед вводом в эксплуатацию и периодически в процессе эксплуатации, проводить испытания, объем которых приведен в таблице 3.

Таблица 3

Наименование испытаний	Методика испытаний	Технические требования
<p>1 Измерение электрического сопротивления связующих обмоток постоянного току</p>	<p>Сопротивление обмоток измеряют методом намотки. Величина тока при измерениях не должна превышать 92 от номинального тока обмотки. Установившимся показанием прибора следует считать показание, которое изменяется не более, чем на 1% от отсчитываемого в течение не менее 30с. При измерениях проводки цепи моста подключаются к выводам обмотки, сопротивление которой определяется</p>	<p>Измеренные величины сопротивлений обмоток не должны отличаться более чем на 2% от величин, указанных в паспорте трансформатора.</p> <p>Измеренные величины сопротивлений обмоток необходимо привести к 20°С по формуле</p> $T_{20} = T \frac{255}{235 + \theta_{обм}}$ <p>где <math>T_{20}</math> - сопротивление обмотки приведенное к температуре 20°С</p>

Продолжение таблицы 3

Наименование испытаний	Методика испытаний	Технические требования
	<p>При измерении сопротивления одной обмотки другие обмотки должны быть разомкнуты</p>	<p><math>\tau</math>-измеренное сопротивление обмотки, Ом в обм.-температура обмотки при которой производилось измерение сопротивления <math>\tau</math>, °C</p>
<p>2. Измерение электрического сопротивления изоляции обмоток</p>	<p>Сопротивление изоляции измеряют мегомметром с рабочим напряжением 2500 В между: первичной обмоткой и заземленными вторичными обмотками, основной и дополнительной вторичными обмотками; незаземленными вторичными обмотками и металлическим заземленным основанием.</p> <p>Сопротивление изоляции обмоток определяют при температуре изоляции не ниже 10 °C</p> <p>Приведение измеренной величины сопротивления к температуре <math>(20 \pm 5)^\circ\text{C}</math></p>	<p>Сопротивление изоляции между обмотками и заземленным основанием трансформатора должно быть не менее 50 МОм при температуре <math>(20 \pm 5)^\circ\text{C}</math>.</p>

Окончание таблицы 3

Наименование испытания	Методика испытания	Техническое требование
<p>3. Испытание трансформаторного масла (пробы)</p>	<p>производится согласно 8.2 настоящего ТП. Для трансформаторов класса напряжения до 110 кВ определяют пробивное напряжение масла. Для трансформаторов класса напряжения 220 кВ определяют пробивное напряжение, тангенс угла диэлектрических потерь масла.</p>	<p>Минимальные допустимые величины пробивного напряжения: 45 кВ для трансформаторов класса напряжения до 150 кВ; 50 кВ для 220 кВ. Допустимая величина тангенса угла диэлектрических потерь при температуре 90°С не более 2,5% для масла селективной очистки ГОСТ 10121-76.</p>
<p>4. Измерение тока холостого хода.</p>	<p>Измерение тока холостого хода трансформатора производят при синусоидальном напряжении. Значения приведенного напряжения приведены в таблице 4. Измерение тока холостого хода производить поэлементно.</p>	<p>Значения тока холостого хода должны быть в пределах <math>\pm 20\%</math> от значений приведенных в паспорте.</p>

Таблица 4

Тип трансформатора	Подведенное напряжение, В		
	трансформатор в сборе или нижний блок	Верхний блок	
		класс точности	
		0,2	0,5
НКФ-110-II-У1-И НКФ-110-II-У1 НКФ-110-II-ХМ1 НКФ-110-III-У1	57,7	—	—
НКФ-220-III-У1 НКФ-220-II-У1 НКФ-220-II-ХМ1 НКФ-220-III-У1		116	121,4

8.2 Если при измерении сопротивления изоляции температура отличается от 20°C, то пересчет измеренных значений сопротивления производят по формуле:

$$R_1 = R_k \quad (1)$$

где  $R_1$  - сопротивление изоляции, приведенное к температуре 20°C, МОм;

$R$  - измеренная величина сопротивления изоляции, МОм;

$k$  - коэффициент измерения сопротивления изоляции.

Значения коэффициента  $k$  в зависимости от температуры изоляции приведены в таблице 5.

Таблица 5

Температура изоляции °С	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Коэффициент k	0,70	0,85	1,00	1,23	1,50	1,84	2,25	2,75	3,40	4,15

8.3 При проведении испытаний трансформатора рекомендуется использовать следующие приборы и приспособления:

- мегаомметр на напряжение не менее 2500 В;
- мост постоянного тока с пределами измерения от  $10^{-2}$  Ом до  $10^5$  Ом в классе точности не ниже 0,5 для измерения электрического сопротивления обмоток;
- мост переменного тока для измерения тангенса угла диэлектрических потерь трансформаторного масла от 0,2 до 3,0% с погрешностью не более

$$\pm \left( \frac{1,5 \pm 0,5}{100} + 1,5 \cdot 10^{-4} \right) \% \quad (2)$$

- комплект измерительных экранированных проводов.

При проведении испытаний допускается использовать другие средства измерений с характеристиками не хуже указанных выше.

8.4 Сроки, объем и нормы испытаний трансформатора в эксплуатации определяются местными инструкциями, «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Нормами испытаний электрооборудования».

8.5 Испытания трансформатора в первый год эксплуатации проводить один раз в год, в последующие



годъ эксплуатации - не реже одного раза в три года.

8.6 Мощность источника питания стенда измерения тока холостого хода трансформатора (блока) должна обеспечивать практически синусоидальную форму кривой напряжения, подводимого к объекту испытания при частоте  $(50 \pm 0,5)$  Гц

8.7 При несоответствии параметров, оговоренных в разделе 8 настоящего ТЗ, трансформатор дальнейшей эксплуатации не подлежит.

## 9 Возможные неисправности и способы их устранения

Таблица 6

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Течь масла	Нарушение уплотнений	Подтянуть крепления фарфоровой крышки к основанию и расширителю усилием с моментом затяжки 20 Н·м
Изменился цвет силикагеля-индикатора с голубого на розовый	Увлажнился силикагель	Сменить силикагель — для чего воздухоосушитель отсоединить от патрубка трансформатора, разобрать его, очистить внутренние поверхности от загрязнения, просушить, зарядить силикагелем, восстановленным согласно разделу 10, и установить воздухоосушитель на трансформатор.

## 10 Техническое обслуживание

10.1 Эксплуатацию и техническое обслуживание трансформатора производить в соответствии с „Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей“ и „Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей“ с учетом изложенного в настоящем разделе.

10.2 Необходимо периодически проверять состояние голубой окраски силикагеля-индикатора в воздухоосушителе. При насыщении влагой окраска силикагеля становится розовой. Восстановление силикагеля-индикатора до приобретения голубой окраски производится одним из следующих способов:

1) путем продувки воздухоосушителя сухим воздухом с температурой  $120^{\circ}\text{C}$ , но не более  $130^{\circ}\text{C}$ ;

2) путем прокаливания силикагеля при температуре  $100-120^{\circ}\text{C}$  в течение 15-20 ч.

10.3 При снижении пробивного напряжения масла ниже минимальных допустимых значений, указанных в таблице 3 настоящего ТО, необходимо его заменить.

Пробивное напряжение заливаемого масла и тангенс угла диэлектрических потерь должны иметь значения не хуже указанных в таблице 4 настоящего ТО.

10.4 При эксплуатации не допускается включать трансформатор, предназначенный для работы в линии с эффективно заземленной

нейтрально в линию с изолированной нейтрально.

10.5 При оперативных и автоматических переключениях не допускается выделение участков сети с трансформаторами напряжения без эффективно заземленной нейтрали, если трансформатор предназначен для работы в сети с эффективно заземленной нейтрально.

10.6 Оперативные и автоматические переключения должны производиться согласно с ПТЭ п. 42.13, чтобы исключить появление феррорезонансных явлений на участке с трансформатором.

10.7. Замена масла трансформатора осуществляется по следующей технологии:

1) для заливки и дозаливки одноблочных и многоблочных трансформаторов применять масло селективной очистки;

2) заливку и пропитку трансформатора или блока производить под вакуумом;

3) перед началом заливки из маслопровода слить холодное масло до появления масла с температурой от  $55^{\circ}\text{C}$  до  $65^{\circ}\text{C}$ ;

4) необходимо создать в течение 1 часа в вакуумных коллекторах и подсоединенном трансформаторе или блоке при открытых вакуумных вентилях остаточное давление не более 3 мм рт.ст.;

5) трансформатор или блок залить маслом до уровня не менее  $2/3$  высоты трубки маслоуказателя не снижая вакуума;

6) пропитку трансформатора или блока производить при остаточном давлении не более 3 мм рт.ст. в течение 10 ч;

7) после окончания пропитки долить трансформатор или блок маслом и отстаивать в течение 15 ч.

## 11 Маркирование и пламбирование

11.1 Все вводы трансформаторов для внешнего присоединения имеют маркировку:

- для первичной обмотки А-Х;
- для основной вторичной обмотки а-х;
- для дополнительной вторичной обмотки А<sub>д</sub>-Х<sub>д</sub>.

11.2 Вводы связующих обмоток трансформаторов класса напряжения 150 кВ и выше имеют маркировку З, НР, КР.

11.3 На расширителе трансформатора (для трансформаторов напряжения 150 кВ и выше - на расширителе верхнего блока) наносится краской знак "Высокое напряжение".

11.4 Каждый трансформатор снабжен табличкой, содержащей основные технические данные трансформатора.

11.5 Каждый трансформатор или блок имеет пламбы предприятия-изготовителя, препятствующие разборке трансформатора или блока.

11.6 Транспортная тара маркируется в соответствии с заказ-нарядом на трансформатор. При этом кроме основных, дополнительных и информационных надписей, маркировка содержит следующие манипуляционные знаки: "Осторожно, хрупкое!", "Место straps", "Верх, не кантовать", "Центр тяжести", "Штабелировать запрещается".

## 12 Консервация

12.1 Консервации подлежат неокрашенные наружные поверхности металлических деталей (ввод первичной обмотки, контактные поверхности в каретке вторичных выводов, резьбовые поверхности крепежных деталей, таблички места подсоединения заземлений) при поставке изготовителем и в эксплуатации.

12.2 Консервация производится маслом консервационным К-17 ГОСТ 10877-76. Допускается использовать смазку пищевую ГОСТ 19537-83.

12.3 Консервационная смазка наносится на поверхность металлических деталей сплошным слоем без инородных включений толщиной слоя от 0,5 до 1,5 мм.

12.4 Допускается в эксплуатации применять другие методы консервации.

12.5 Срок сохранности консервации при поставке трансформатора не более 12 месяцев со дня его отгрузки предприятием-изготовителем.

12.6 Срок сохранности консервации в эксплуатации определяется в зависимости от примененного метода консервации.

### 13 Упаковка

13.1 Трансформатор упакован в зависимости от вида поставки в ящик решетчатого типа, сплошной или в другой вид тары.

13.2 Тара возврату не подлежит.

13.3 Запасные части упакованы в тару, предназначенную для транспортирования и хранения.

## 14 Транспортирование и хранение

14.1 Трансформаторы отправляются заказчику отдельными блоками, заполненные маслом.

14.2 Блоки трансформаторов транспортируются в вертикальном положении в индивидуальной упаковке.

14.3 Условия транспортирования трансформаторов в части воздействия механических факторов - ж. Перевозку осуществлять различными видами транспорта: воздушным, железнодорожным транспортом и водным путем (включая море) в сочетании их между собой с автомобильным транспортом. Перевозки автомобильным транспортом с любым числом перегрузок осуществляются:

- 1) по дорогам с асфальтовым или бетонным покрытием на расстояние свыше 1000 км;
- 2) по булыжным и грунтовыми дорогам на расстояние свыше 250 км со скоростью 40 км/ч или на расстояние до 250 км с большей скоростью, которая допускают транспортные средства.

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов - ж1 (открытые площадки).

14.4 Для сохранения качества трансформатора при транспортировании необходимо строго соблюдать все меры предосторожности, применяемые для крупных бьющихся грузов.

14.5 При подъеме груз зачаливать в четырех точках, указанных на упаковке.



14.6 Условия хранения трансформаторов ОЖ1 (температура окружающего воздуха от плюс 60 до минус 50°).

14.7 Срок хранения законсервированного трансформатора не более одного года с момента отгрузки трансформатора предприятием-изготовителем. По истечении указанного срока трансформатор необходимо переконсервировать.

14.8 Запасные части хранить в упаковке предприятия-изготовителя

Приложение А  
(справочное)

Структурные электрические схемы  
включения трансформаторов

Электрические сети с эффективно заземленной  
нейтралью

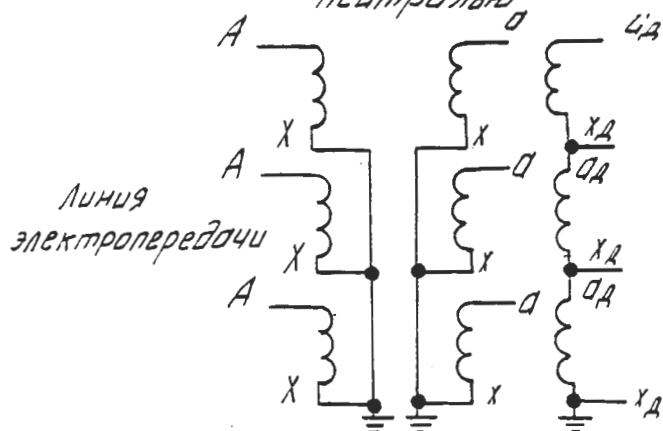


Рисунок А.1

Электрические сети с изолированной нейтралью

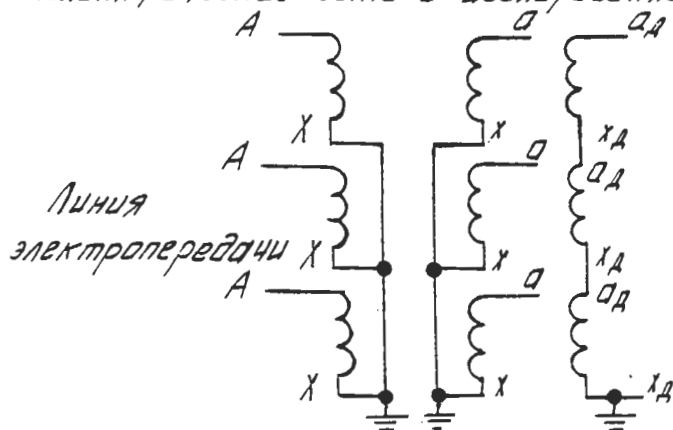


Рисунок А.2

Примечание. На стороне низшего напряжения  
допускается заземление одной любой  
из фаз основной и дополнительной  
обмоток при изолированном нейтраль-  
ном выводе.

Приложение Б  
(обязательное)

Таблица Б.1 - габаритные, установочные, присоединительные  
размеры и масса трансформаторов

Тип трансформатора	Рисунки	Размеры, мм				Масса, кг, не более		
		d	наибольшее значение				масла	трансформатора
			A	B	H <sub>1</sub>	H		
НКФ-110-II-У1-И	Б1	23 <sup>+9,33</sup>	630	680	1820	1970	245	810
НКФ-110-II-У1	Б2	18 <sup>+9,5</sup>	620	660	1280	1600	155	560
НКФ-110-II-ХЛ1			630	680	1310	1640		580
НКФ-110-III-У1	Б1					2000	2150	260
НКФ-220-III-У1*	Б3	23 <sup>+9,33</sup>	630	790	2720	2990	360	1240
НКФ-220-II-У1					3420	3690	490	1520
НКФ-220-II-ХЛ1					3450	3720	520	1630
НКФ-220-III-У1								

\* Класс напряжения 150 кВ

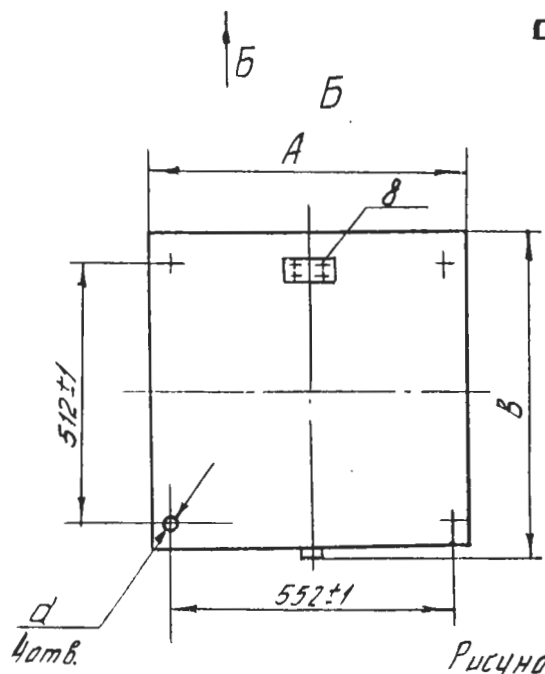
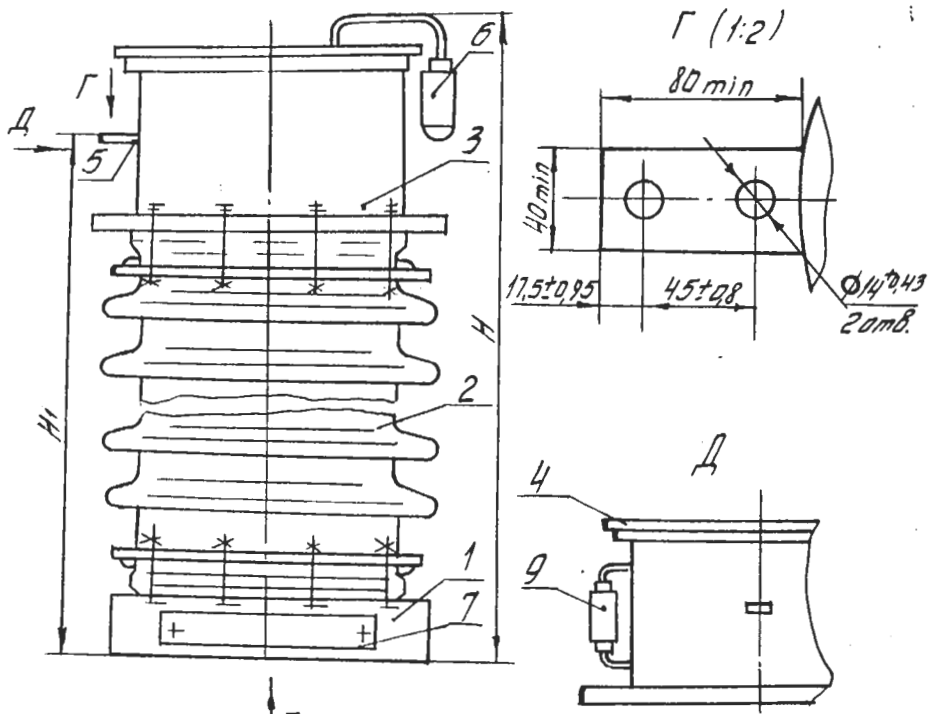


Рисунок Б.1

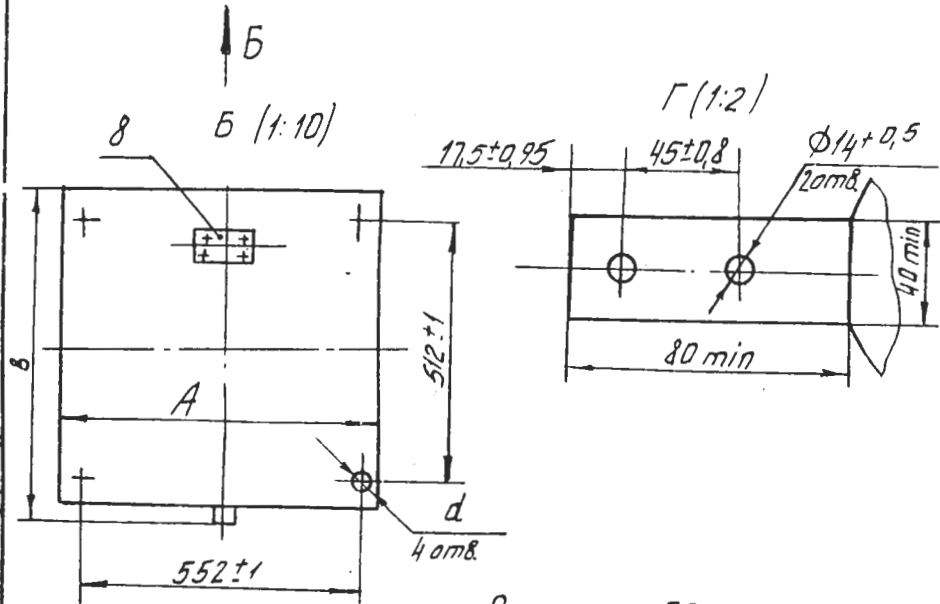
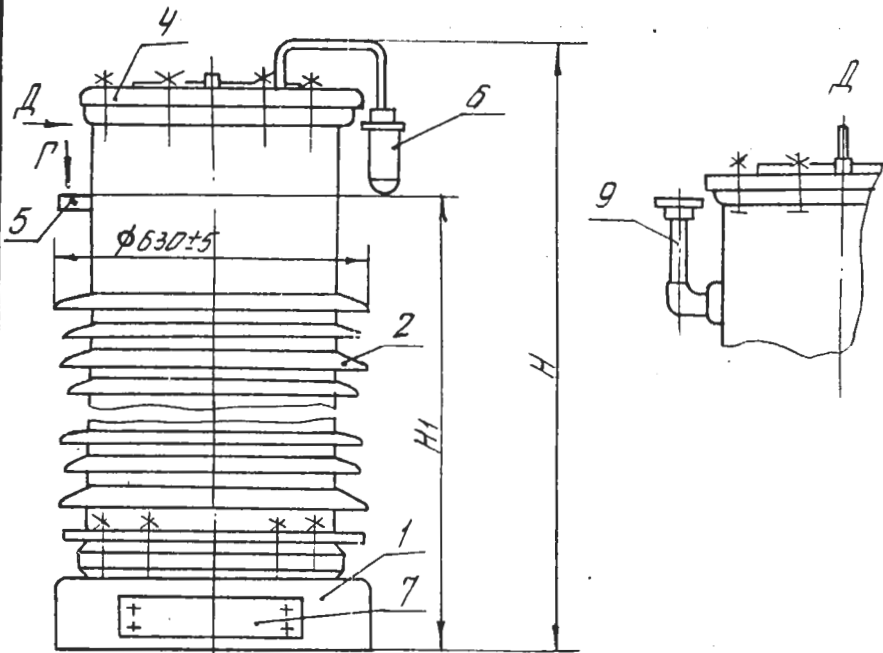


Рисунок 52

Основные составные части трансформаторов НКФ-110-II-У1-И, НКФ-110-III-У1

- 1-Основание
- 2-Покрышка
- 3-Расширитель
- 4-Крышка
- 5-Линейный ввод первичной обмотки
- 6-Воздухоосушитель
- 7-Коробка вторичных выводов
- 8-Муфта кабельная
- 9-Указатель уровня масла

Основные составные части трансформаторов НКФ-110-II-У1, НКФ-110-II-ХМ1

- 1-Основание
- 2-Покрышка
- 4-Крышка
- 5-Линейный ввод первичной обмотки
- 6-Воздухоосушитель
- 7-Коробка вторичных выводов
- 8-Муфта кабельная
- 9-Указатель уровня масла

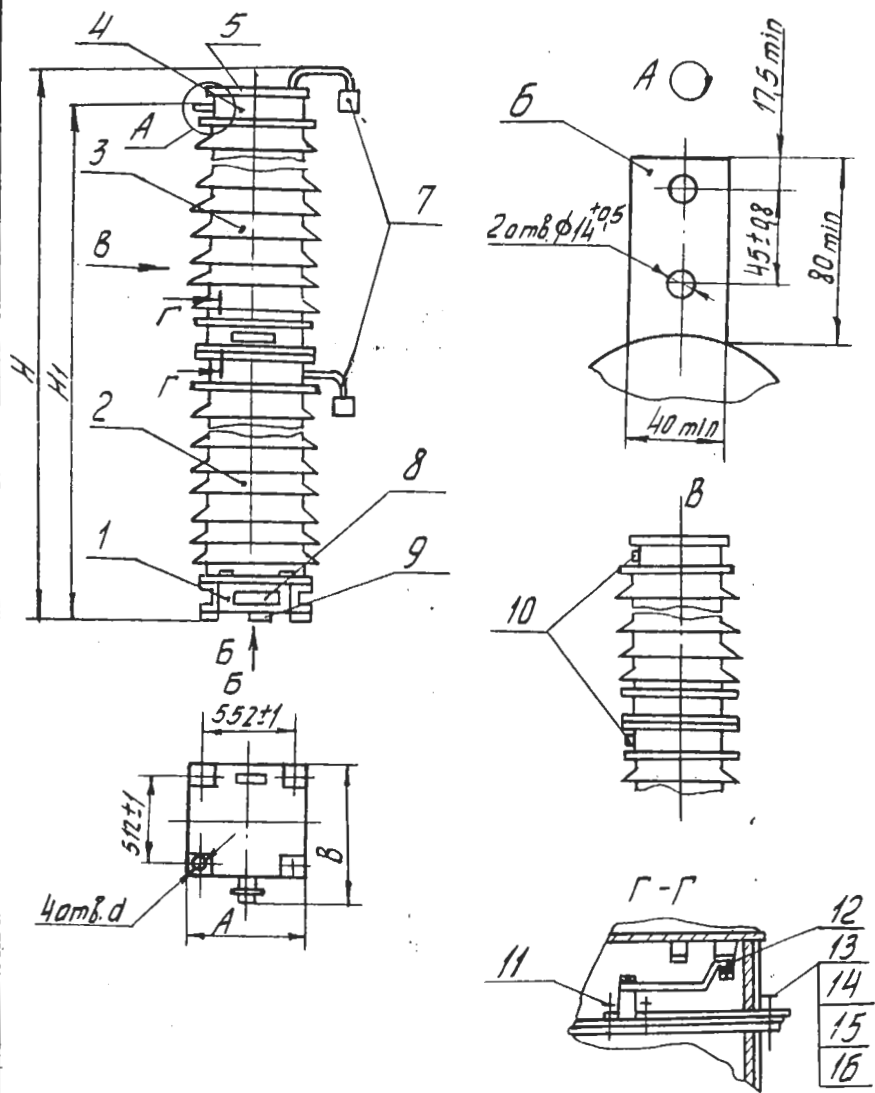


Рисунок Б.3



Основные составные части трансформаторов НКФ-220-II-У, НКФ-220-II-ХМ, НКФ-220-III-У1

- 1-Основание
- 2-Блок нижний
- 3-Блок верхний
- 4-Расширитель
- 5-Крышка
- 6-Линейный ввод первичной обмотки
- 7-Воздухоосушитель
- 8-Коробка вторичных выводов
- 9-Муфта кабельная
- 10-Указатель уровня масла
- 11-Болт М8
- 12-Переключик
- 13-Болт М12
- 14-Шайба 12
- 15-Шайба пружинная 12
- 16-Гайка М-12

Приложение В  
(справочное)

Схема соединения обмоток трансформаторов  
НКФ-110-II-У1-И, НКФ-110-II-У1, НКФ-110-II-ХЛ1,  
НКФ-110-III-У1

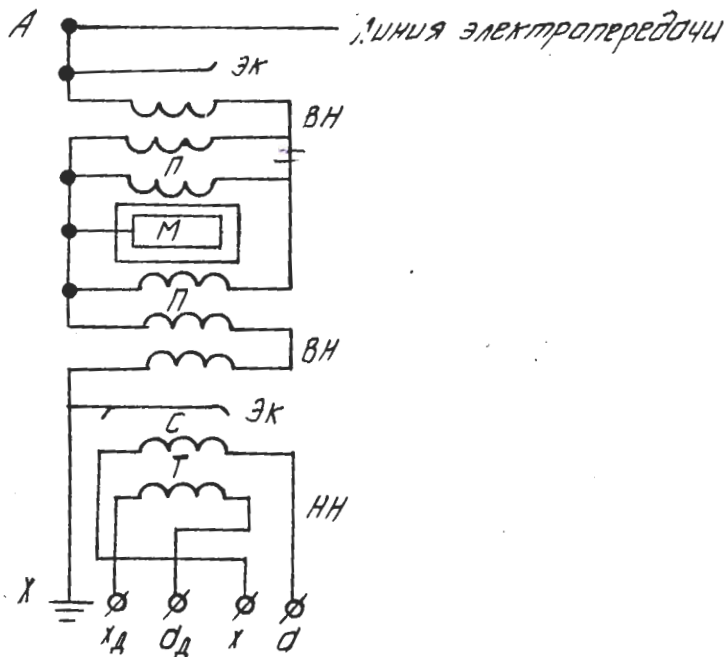


Рисунок В.1

Схема соединения обмоток трансформаторов  
 НКФ-220-II-У1, НКФ-220-II-ХЛ1, НКФ-220-III-У1

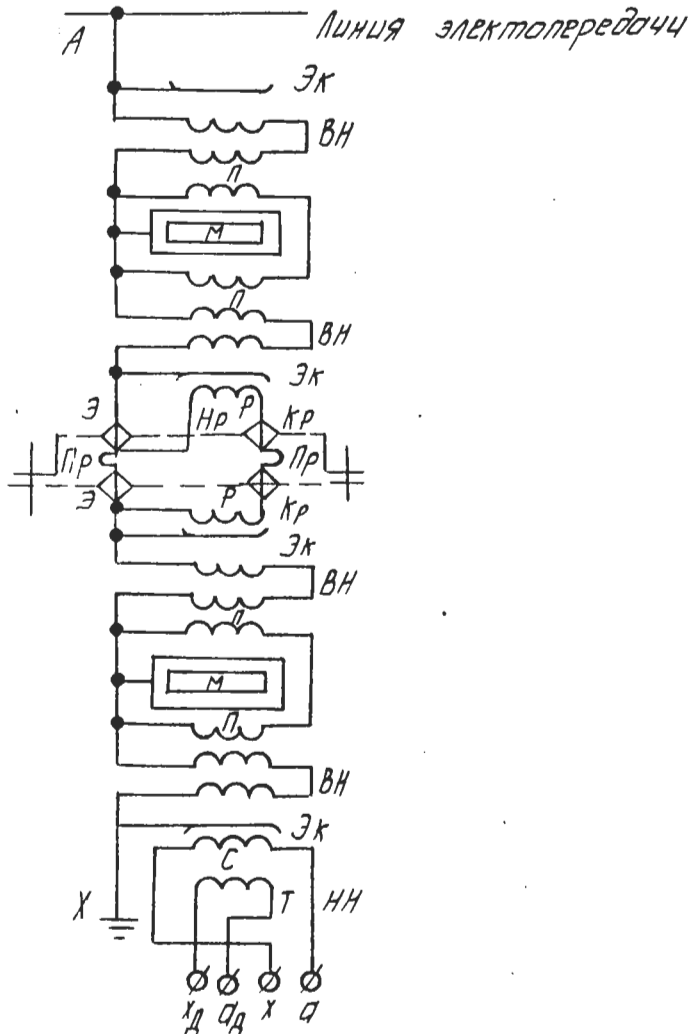


Рисунок В.2

Применяемые в рисунках В.1 и В.2 сокращения обозначений:

- ВН-первичная обмотка (вводы А-Х);
- П-выравнивающие обмотки;
- НН-вторичные обмотки;
- С-основная вторичная обмотка (вводы а-х);
- Т-дополнительная вторичная обмотка (вводы а<sub>д</sub>-х<sub>д</sub>);
- Р-связующие обмотки (вводы Нр-кр);
- М-магнитопровод;
- Эк-электростатический экран (ввод э);
- Пр-перемычка.

Приложение Г  
(справочное)

Схема расположения выводов вторичных обмоток трансформаторов НКФ-110-II-XЛ1, НКФ-110-III-У1, НКФ-220-II-XЛ1, НКФ-220-III-У1

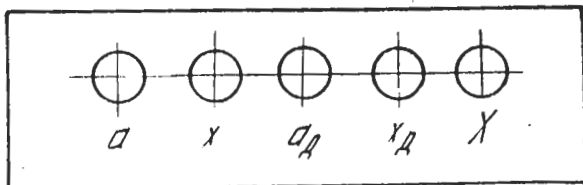


Рисунок Г.1

Схема расположения выводов вторичных обмоток трансформаторов НКФ-110-II-У1, НКФ-110-II-У1-Н

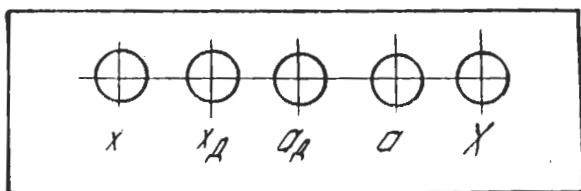


Рисунок Г.2

Схема расположения выводов вторичных обмоток трансформатора НКФ-220-II-У1

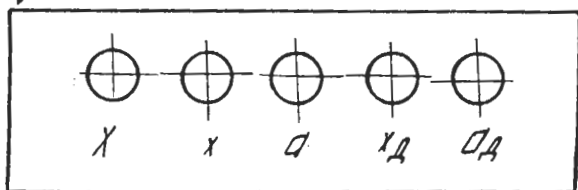


Рисунок Г.3