

Министерство образования и науки Кыргызской Республики

Жалалабатский Государственный Университет

Кафедра «Электроэнергетика»



ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

(Методические указания к выполнению лабораторного практикума: Конструкции трансформаторов)

Жалалабат 2007

«Утверждено»
каф. «Электроэнергетика»
пр. № 7 _____ от 20.11.07.

УДК 621. 313
ББК 31. 261
К 23

Каримов А., Алиев М. , Кочкорова М.Б. Электромеханика / Методические указания к выполнению лабораторного практикума: Конструкции трансформаторов. – Жалалабат: ЖаГУ. – 2007. -14 с.

Методическое указание содержит лабораторный практикум по теме: Конструкции трансформаторов.

Лабораторный практикум разработано в соответствии с Государственным Образовательным стандартом по дисциплине «Электромеханика» и предназначено для студентов всех форм обучение по направлению «Электроэнергетика». В методическом указании приведены теоретические сведения и порядок выполнение лабораторного практикума.

Лабораторный практикум № 2

Тема: Конструкции трансформаторов

Цель работы: Ознакомление конструкцией, основными частями трансформаторов.

1. Краткие теоретические сведения

1.1. Назначение

Современные генераторы электрической энергии имеют напряжения до 20-27 кВ. Для передачи электрической энергии на большие расстояния, напряжения генераторов, с помощью трансформаторов повышают до 35, 110, 220, 500 или 1150 кВ, в зависимости от передаваемой мощности (рис. 1).

На распределительных подстанциях, требуется с помощью трансформаторов понизить (первая ступень понижения) напряжение до 6, 10 кВ (в городах промышленных объектах) или до 35 кВ (в сельских местностях и при большой протяженности сетей, рис. 1.).

Для непосредственных потребителей электрической энергии напряжение сетей с помощью трансформаторов должно быть понижено (вторая ступень понижения) до 380, 220 или 127 В. В особых случаях напряжения понижают до 36, 24 или 12 В.

Трансформатор, повышающий напряжения, называется повышающим, а снижающим напряжение, - понижающим (рис. 1).

По числу фаз, трансформаторы подразделяются на однофазные и трехфазные.

По назначению различают силовые, предназначенные для передачи и распределения электрической энергии и специальные (автотрансформаторы, сварочные, измерительные, печные, испытательные и др.).

По способу охлаждения различают трансформаторы с воздушным, масляным и масляным, с принудительным воздушным охлаждением.

1.2. Общий вид трансформатора

Общий вид трансформатора показывает конструкцию и компоновку основных элементов трансформатора. Основные элементы трансформатора: магнитопровод; обмотка; бак; охлаждающие устройства; расширитель; вводы; переключатели; вспомогательные устройства для обслуживания и защиты (рис. 2). Общий вид трехфазного трансформатора приведено на рис. 2. Где: 1 – магнитопровод; 2 – обмотка низшего напряжения (НН); 3 – обмотка высшего напряжения (ВН); 4 – пробка для спуска масла; 5 – бак; 6 – переключатель числа витков обмотки ВН; 7 – привод переключателя; 8 – термометр; 9 – выводы высокого напряжения (ВВН); 10 – выводы низкого напряжения (ВНН); 11 – пробка для заливки масла; 12 – расширитель; 13 – масломерное стекло (указатель уровня масла).

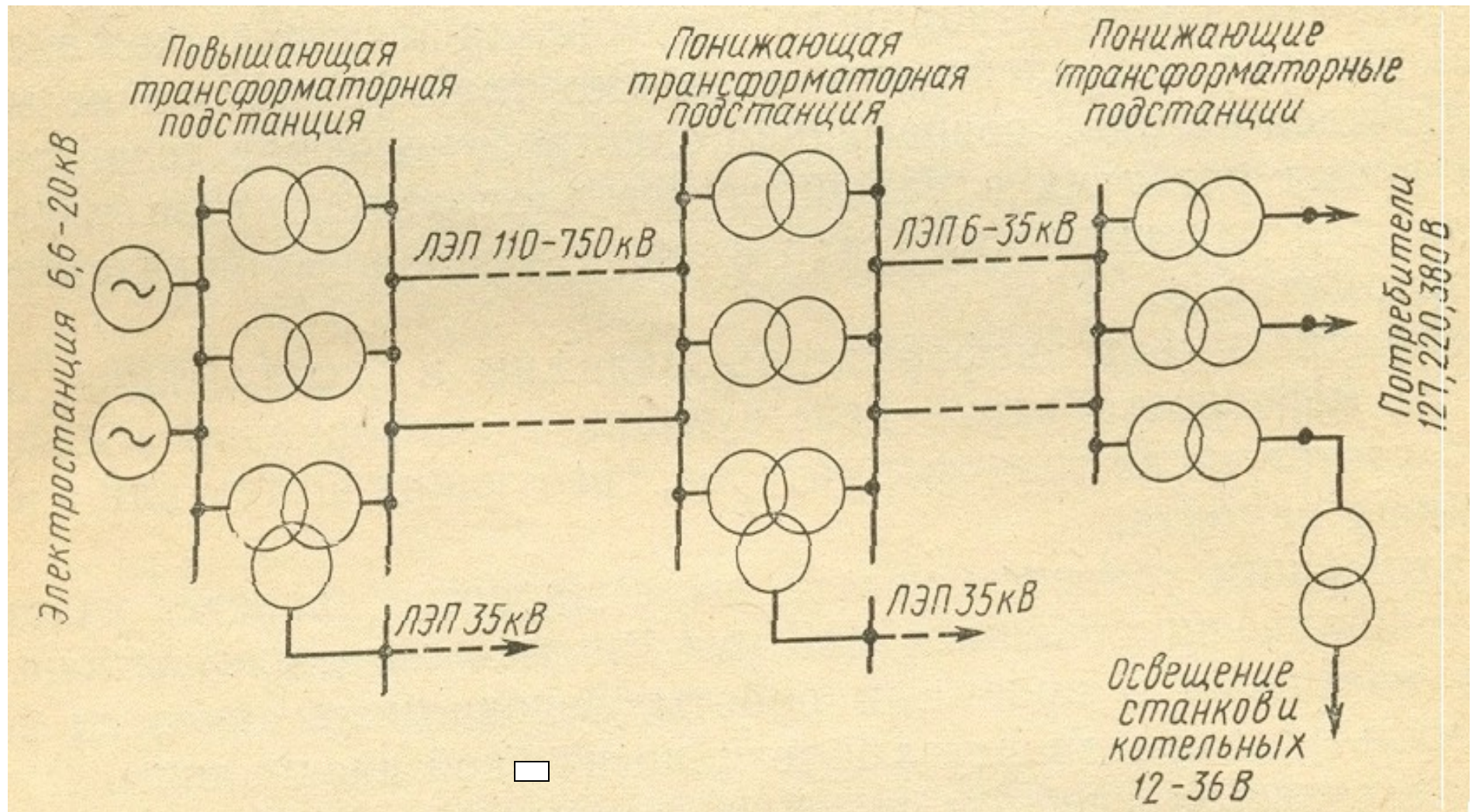


Рис.1

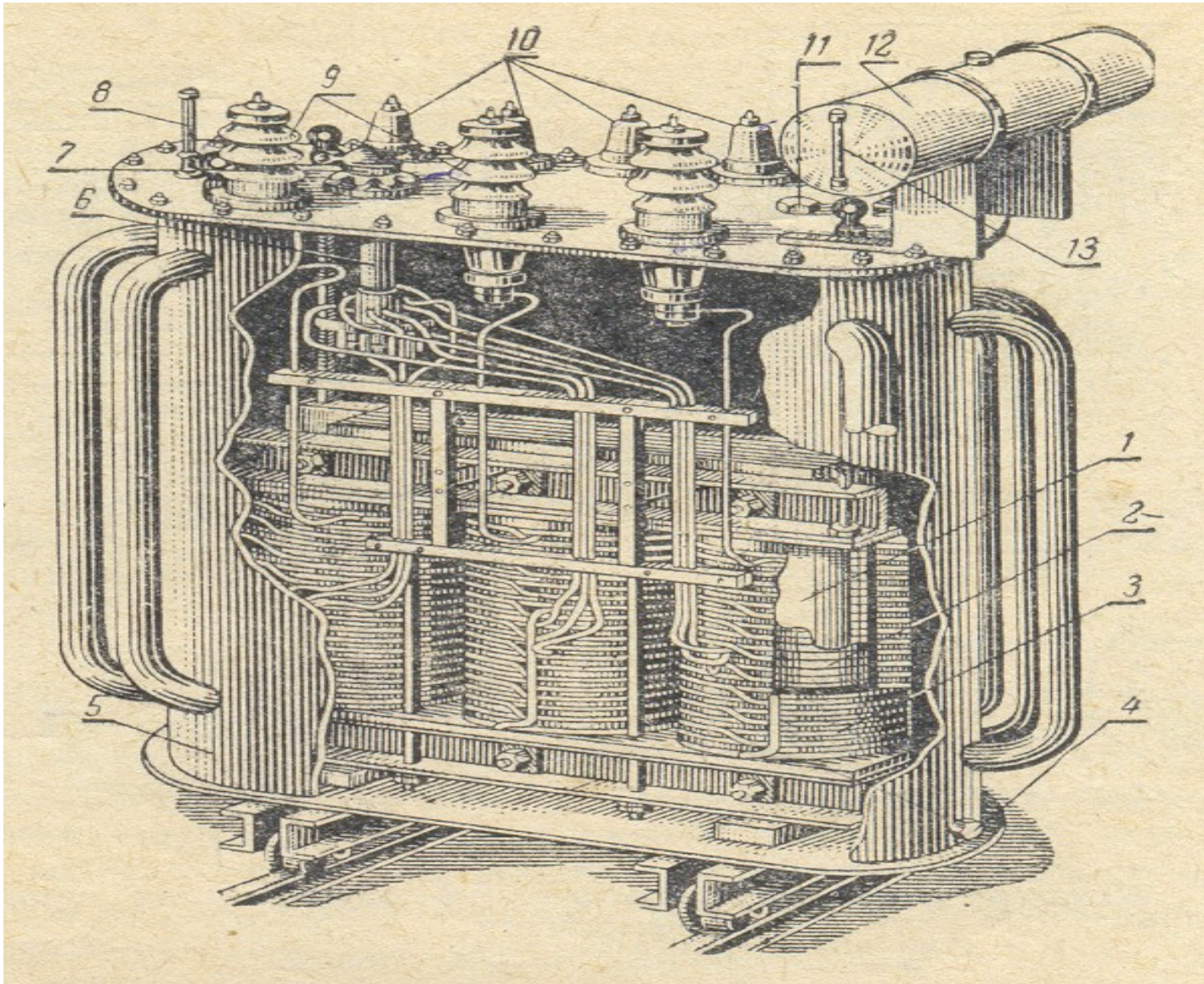


Рис.2.

Магнитопровод вместе с насаженными на него обмотками называется активной частью трансформатора, а остальные элементы вспомогательной частью трансформатора. В силовых трансформаторах применяются магнитопровод стержневого типа. Магнитопровод однофазного трансформатора имеет два стержня, трехфазный трансформатор имеет магнитопровод с тремя стержнями (рис. 3).

1.3. Магнитопровод

Магнитопровод трансформаторов собирают из пластин, электрической стали, холоднокатаной 3414, 3415 и других марок толщиной 0,28-0,35-0,5 мм. Эти стали отличаются высокой магнитной проницаемостью, повышенным удельным электрическим сопротивлением и относительно малыми потерями на перемагничивание.

Для уменьшения потерь от вихревых токов пластины изолируют нанесением защитных пленок, толщиной 0,04-0,06мм. Сборку пластин магнитопровода производят способом шихтования в переплет, или в нахлестку (рис. 4, а,б,в). При этом образующиеся стыки пластин одного слоя перекрываются пластинами соседнего слоя (рис. 4, а, б, в). Пластины собирают в следующем порядке, рис. 4: а – нечетные слои; б – четные слои; в – перекрытие стыков. Верхняя часть сердечника называется верхним ярмом, средняя часть сердечника называется стержнем, а нижняя часть стержня называется нижним ярмом (рис. 4, г). Для насадки обмоток на стержни необходимо разобрать, т.е. «расшихтовать» верхнее ярмо. При этом необходимо установить прокладку из изолирующего материала между верхним ярмом и стержнями (рис. 4, г.). Схема сборки магнитопровода приведено на рис. 4, г: 1 – верхнее ярмо; 2 – изолятор; 3 - стержни; 4 – стяжные шпильки; 5 – нижнее ярмо.

Для предотвращения появления в трансформаторе электрического потенциала, которое может вызвать электрические разряды между магнитопроводом и другими частями трансформатора, магнитопровод заземляют, электрически соединяя с баком. Магнитопровод составляет так называемый остов-станину трансформатора, на которой устанавливаются обмотки, отводы, переключатели, крышка бака с вводами и другие детали.

1.4. Обмотки

Обмотка трансформатора является основным, ответственным узлом трансформатора. От правильной и качественной подготовки обмотки зависит надежность, долговечность и качества трансформатора.

Электрическая прочность обмоток – изоляция обмоток должна выдерживать без повреждений рабочее напряжение, атмосферные и коммутационные перенапряжения.

Механическая прочность обмоток должна исключать их деформации при воздействии токов короткого замыкания и при транспортировке, монтаже.

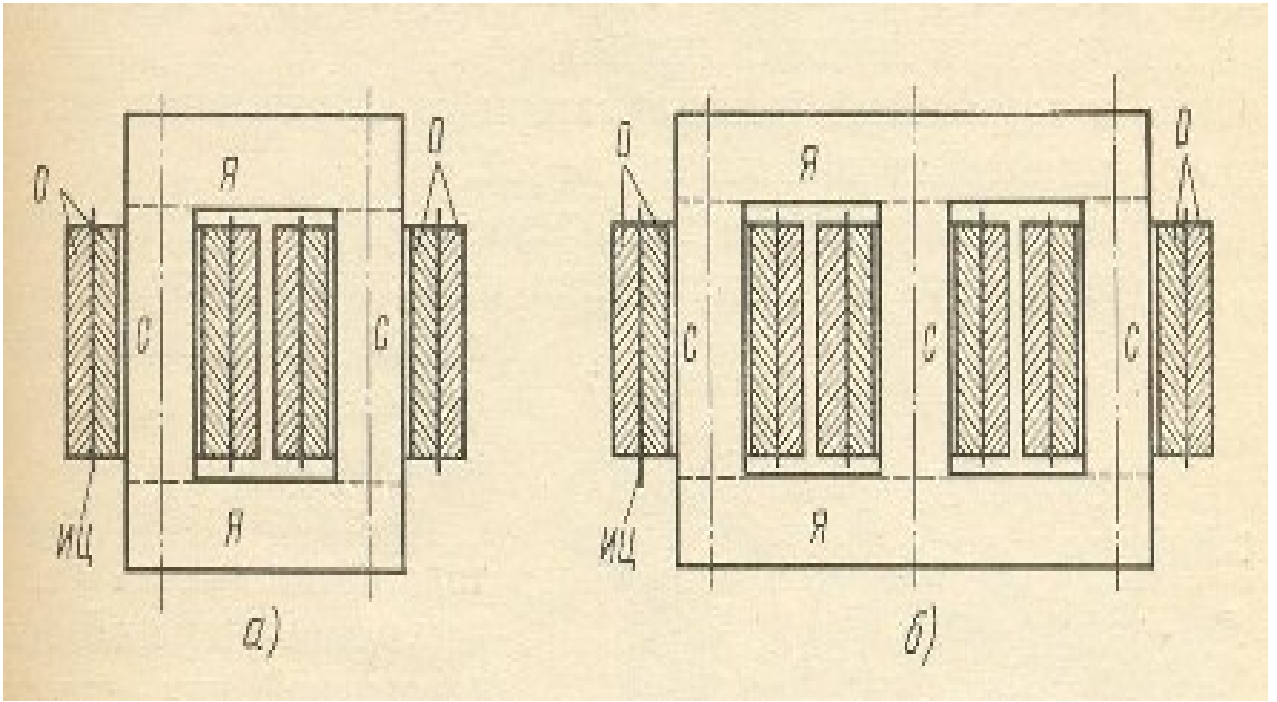


Рис.3

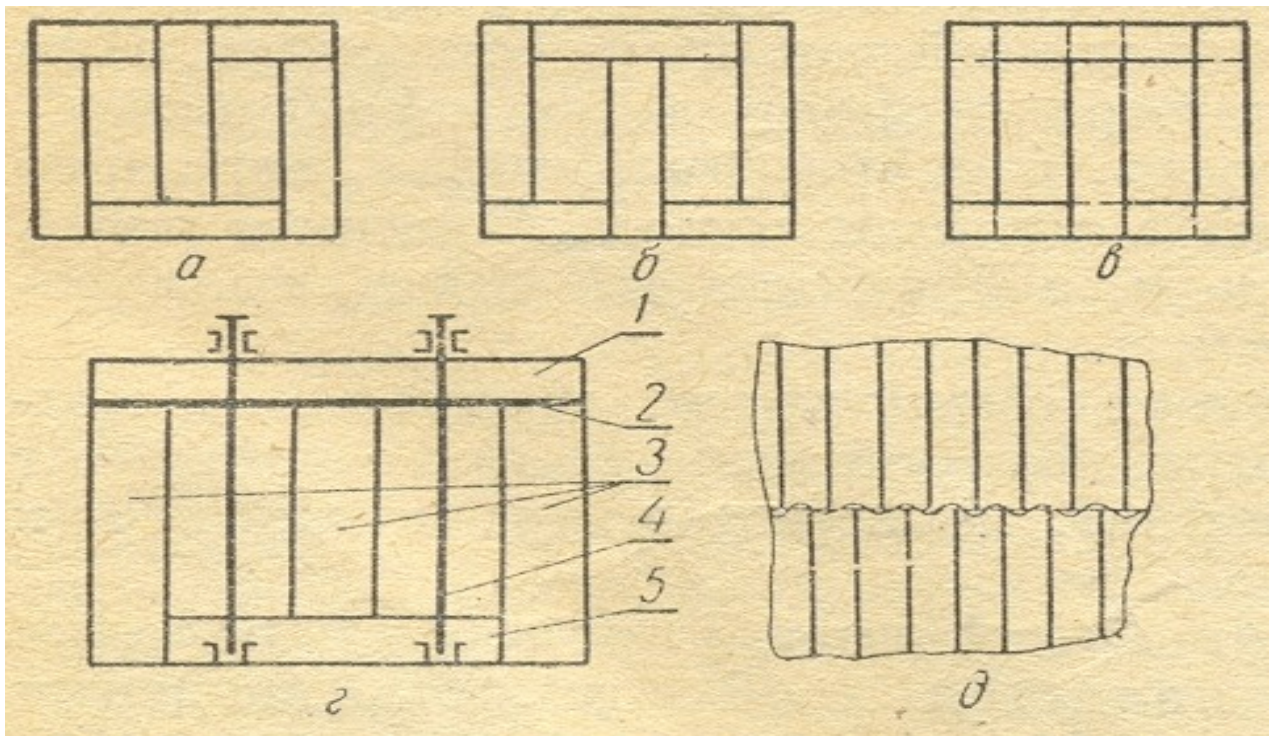


Рис.4

Нагревостойкость обмоток должна обеспечить работу трансформатора в установленных нормах превышения температуры нагрева частей трансформатора.

Основным элементом обмотки является виток обмоточного привода, охватывающий стержень магнитопровода. При малом токе применяется провод круглого сечения, а при больших токах (20-30 А) – прямоугольного сечения. При изготовлении обмоток должно быть обязательно соблюдено направление намотки катушки, указанное в чертежах – левое или правое.

По форме обмотки могут быть цилиндрические, винтовые, дисковые и непрерывные. Общий вид двухслойной цилиндрической обмотки приведено на рис. 5, а., которая применяется в качестве обмотки НН трансформаторах, при напряжениях до 690 В, мощности до 750 кВА. Многослойные цилиндрические обмотки из круглого провода (рис. 5, б) применяют в качестве обмоток ВН при напряжениях до 3-35 кВ, мощности трансформаторов до 250-400 кВА.

Общий вид винтовой обмотки приведено на рис. 5, в. Винтовая обмотка отличается большой механической прочностью в осевом направлении.

Дисковая обмотка состоит из дисковых катушек, соединенных между собой последовательно или параллельно (рис. 5, г). Дисковая обмотка при последовательном соединении катушек может быть намотана непрерывно, т.е. без обрыва провода при переходе от одной катушки к другой – такая обмотка называется непрерывной (рис. 5, д).

1.5. Бак, охлаждающие устройства, расширитель

Бак трансформатора представляет собой резервуар с маслом, в котором находится активная часть трансформатора. Нагретое при работе трансформатора масло охлаждается через стенки бака и охлаждающее устройство. Общий вид бака масляным охлаждением приведено на рис. 6, а где: 1 – тележка для передвижения трансформатора, 2 – кран для спуска масла, 3 – охлаждающие трубы, 4 – подъемные крюки, 5 – верхняя рама, 6 – пластина для заводской таблички, 7 – пробка для взятия пробы масла.

На крышке бака устанавливается расширитель. Конструкция расширителя приведено на рис 6, б, где: 1 – корпус, 2 – опорная пластина, 3 – трубопровод, 4 – плоский кран, 5 – газовое реле, 6 – крышка бака трансформатора, 7 – маслоуказатель, 8 – стекло маслоуказателя, 9 – нижнее колено маслоуказателя, 10 – запорный болт. Установлено, что общее изменение объема масла, в зависимости от времени года составляет около 8,7%, поэтому объем расширительного бака выбирается около 11-12 % объема масла в баке. Расширитель имеет указатель уровня масла с отметками, соответствующие температуре масла (-45, +15 и + 40°C) в нерабочем состоянии.

Назначение расширителя:

- компенсация колебания уровня масла от изменения его температуры;
- уменьшение поверхности соприкосновения нагретого масла с воздухом.

Трансформаторы мощностью 1000 кВА и более, а также трансформаторы мощностью 600 кВА, устанавливаемые в закрытых помещениях должны иметь для защиты газовые реле.

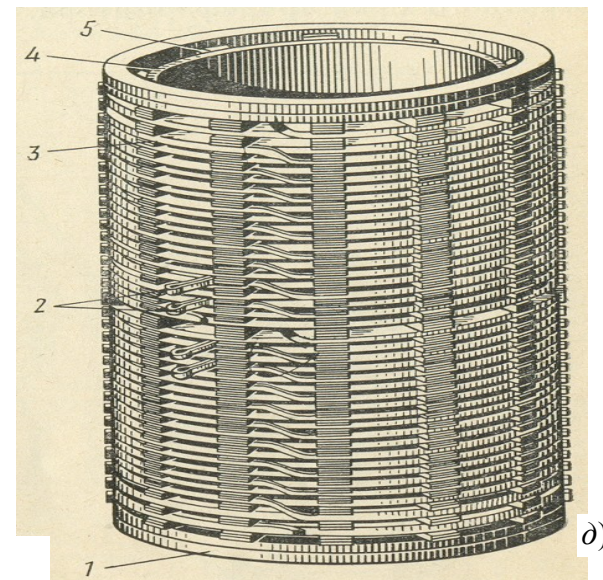
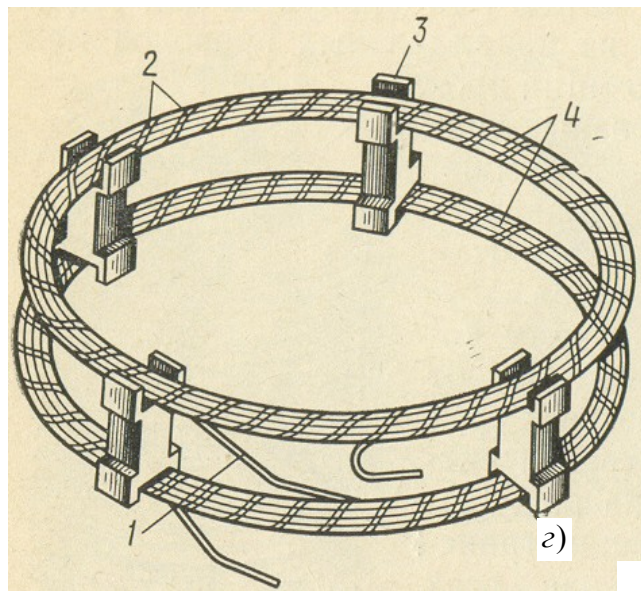
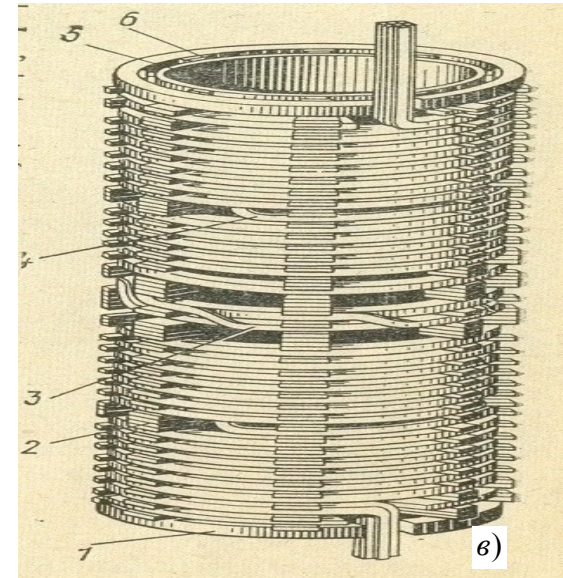
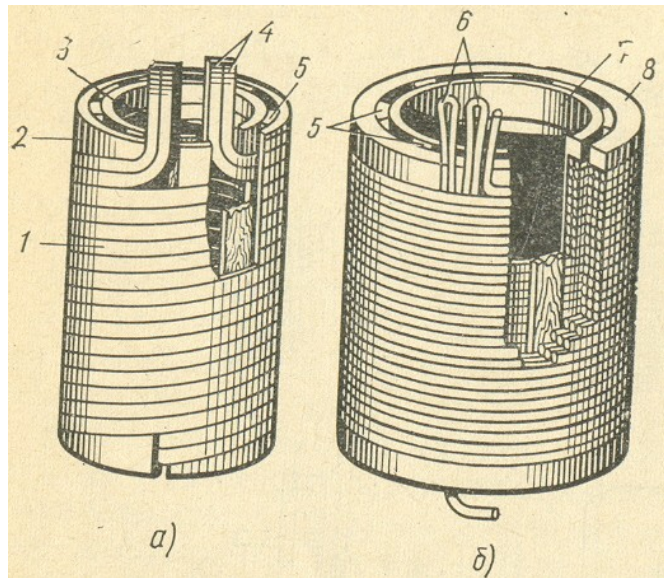


Рис.5.

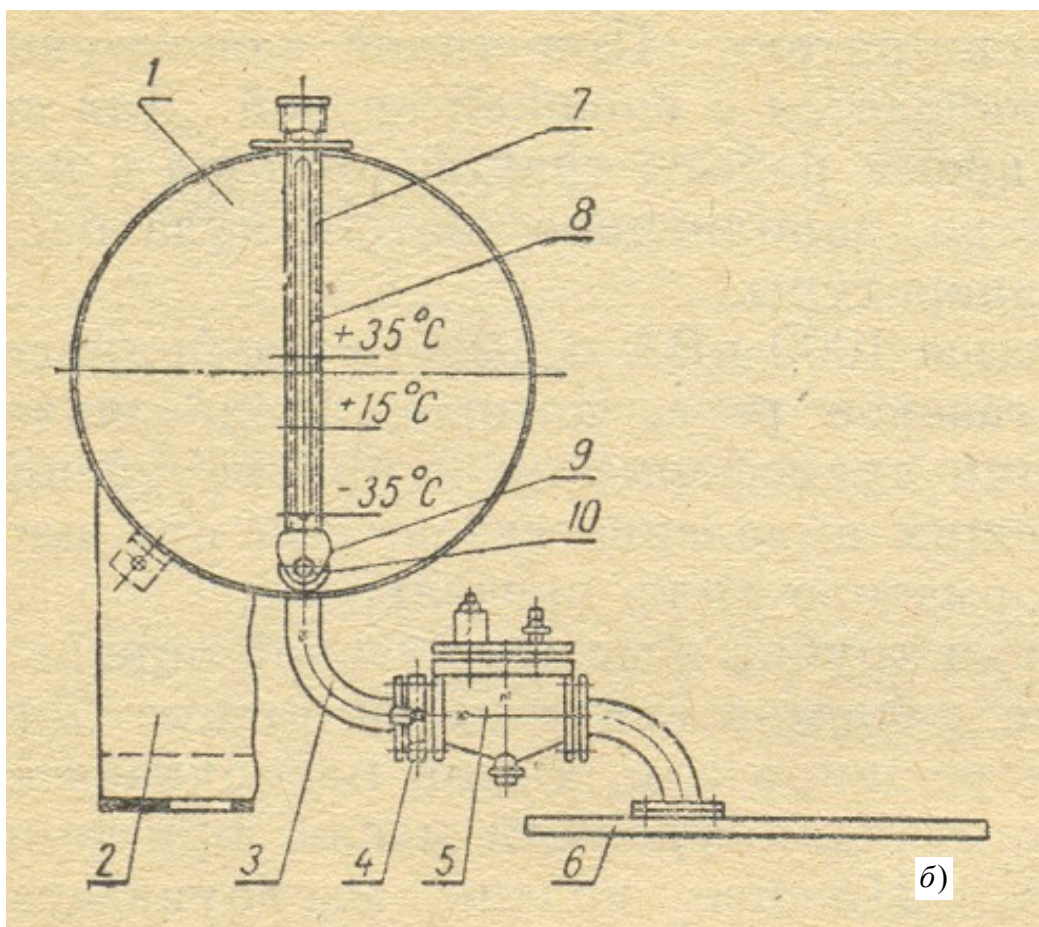
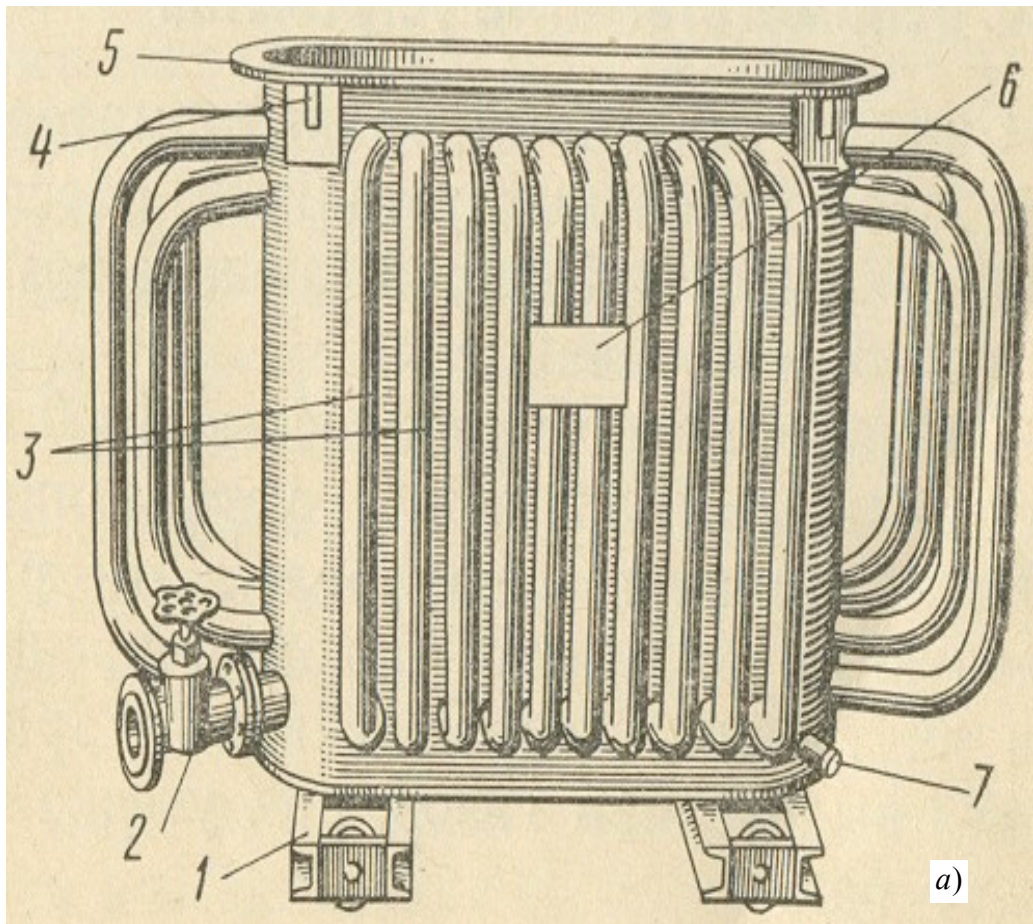


Рис.6.

Трансформаторы мощностью 1000 кВА и более должны иметь выхлопную трубу.

Трансформаторы с напряжением обмотки НН 690 В и ниже должны снабжаться пробивными предохранителями.

Для контроля температуры верхних слоев масла на трансформаторах:

- мощность 630 кВА и ниже устанавливаются ртутные термометры (рис.7);
- большой мощностью устанавливаются термометрические сигнализаторы (рис. 8).

На трансформаторах мощностью 160 кВА и выше, для непрерывной автоматической регенерации и очистки масла, устанавливаются термосифонные фильтры.

У трансформаторов мощностью 10000 кВА и выше используется принудительное охлаждение.

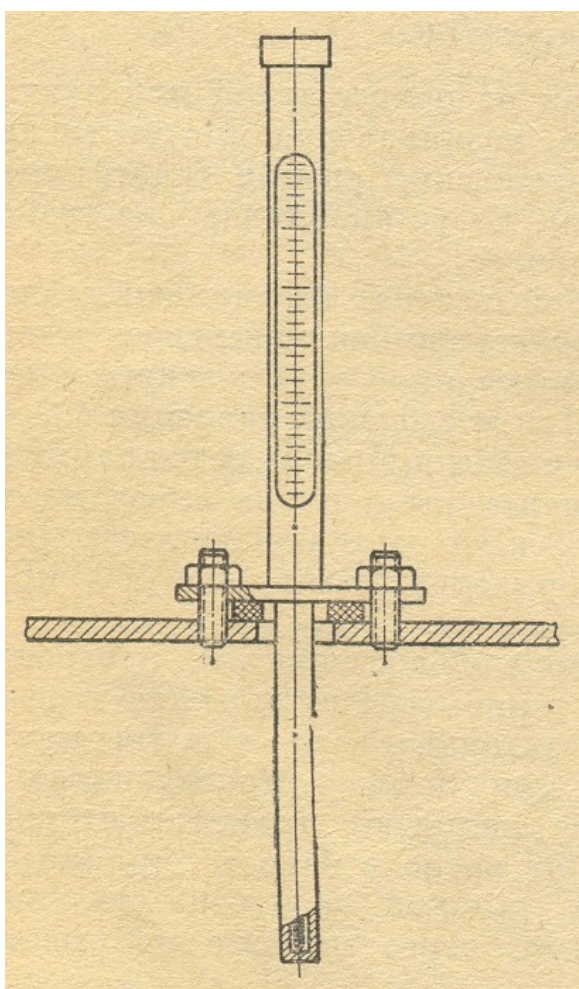


Рис.7.

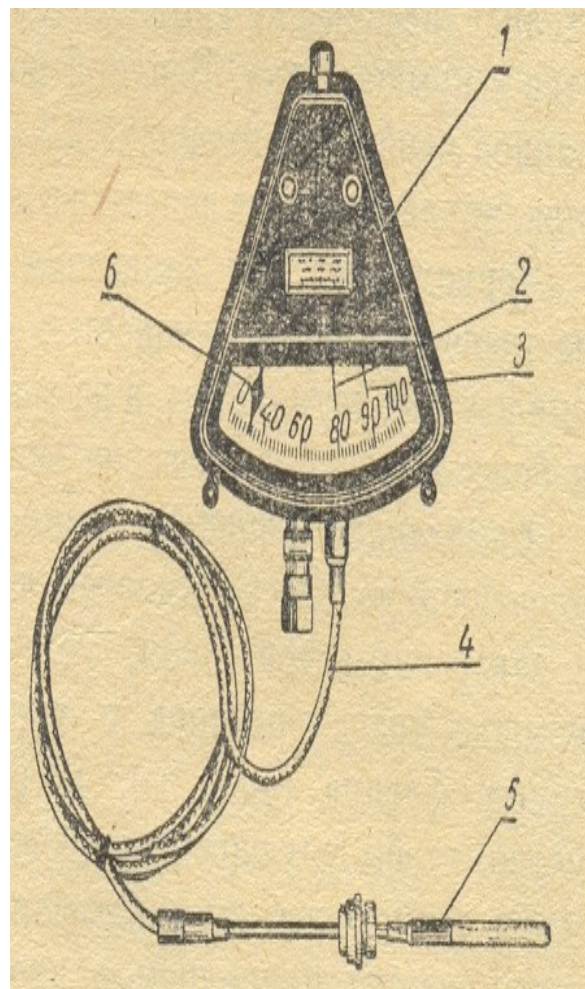


Рис.8.

1.6. Вводы

Вводы служат для вывода концов обмоток наружу и присоединения трансформаторов к внешней электрической сети. Вводы – фарфоровые проходные изоляторы, внутри которых проходит токоведущий медный стержень в виде шпильки. Конструкция съемного ввода на 35 кВ и 600 А, приведено на рис. 9, где: 1-медная шпилька, 2 – латунная гайка, 3 – медная шпилька, 4 – латунная втулка, 5 – резиновое кольцо, 6 – латунный колпак, 7 – винт для выпуска воздуха, 8 – резиновая шайба, 9 – фарфоровый изолятор, 10 – болт, 11 – фланец, 12 – алюминиевый прижимной кулачок, 13 – установочный фланец, 14 – крышка бака, 15 – бумажно-бечелитовая трубка.

Расположение вводов на крышке бака трансформатора приведено на рис. 10.

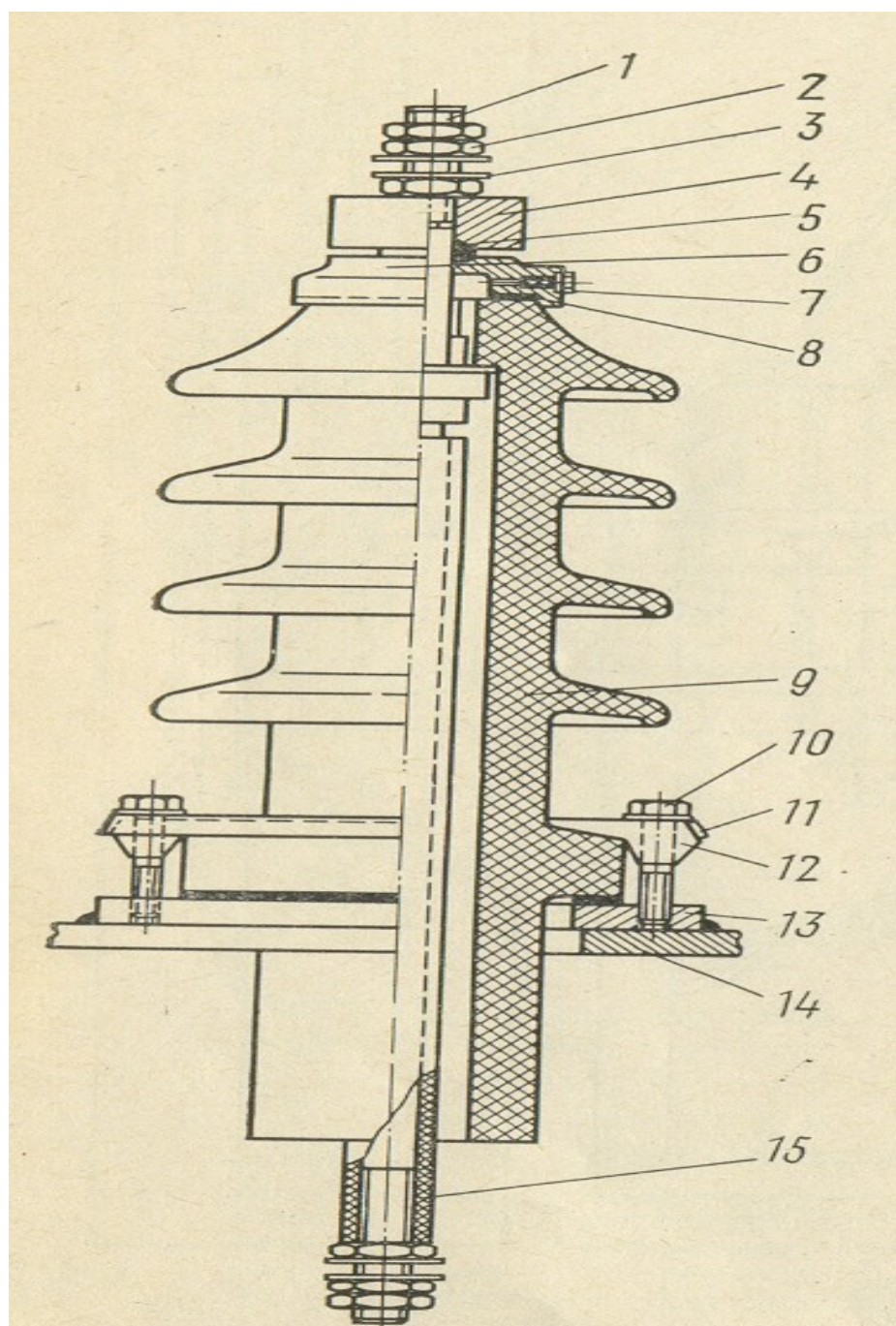


Рис.9.

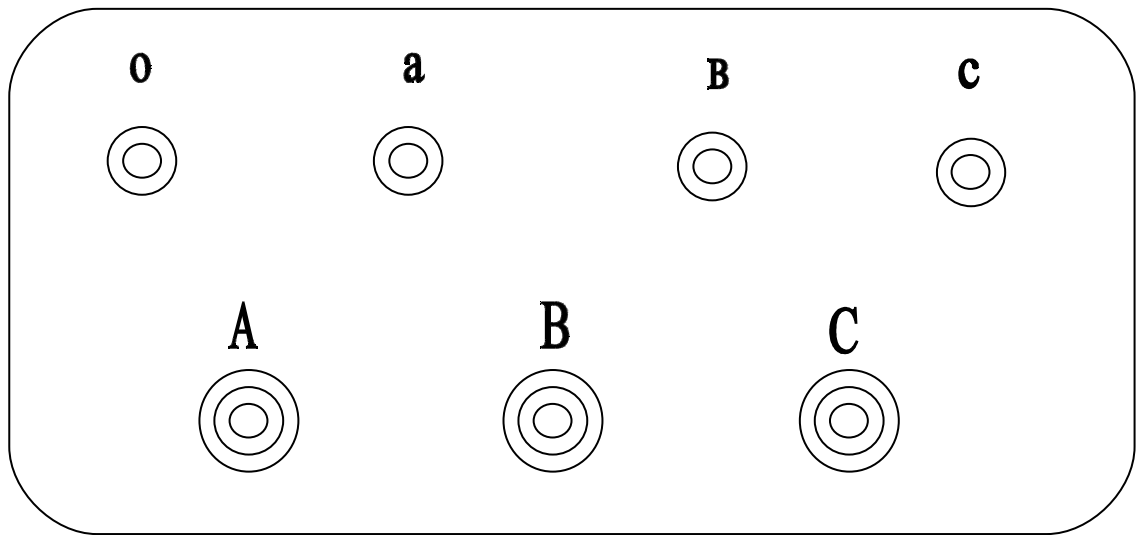


Рис. 10.

1.7 . Переключатели

Переключатели предназначены для регулирования коэффициента трансформации в пределах $\pm 5\%$, изменением числа витков обмотки ВН, так как: $I_{н1} < I_{н2}$.

Для трансформаторов небольшой мощностью применяется переключатели по схеме приведенной на рис. 11.

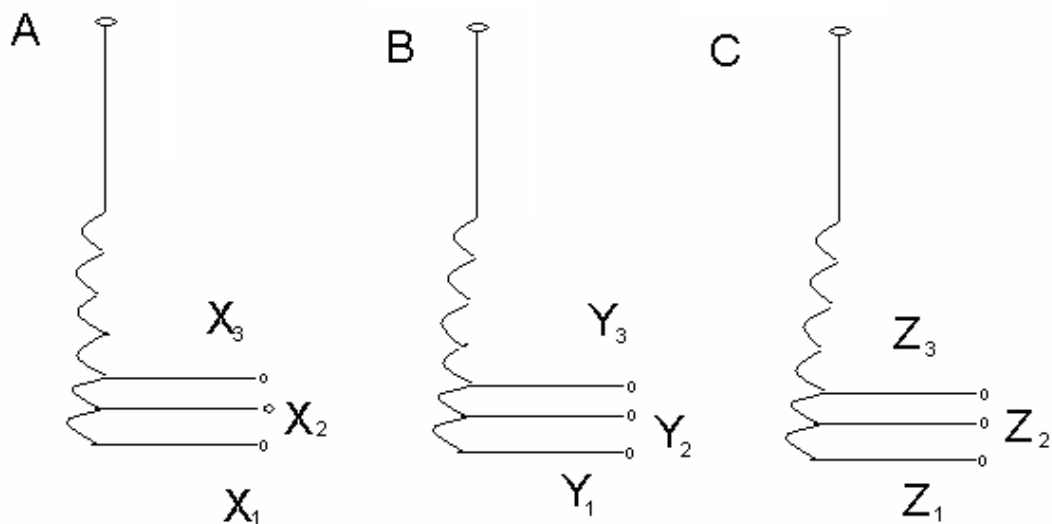


Рис.11.

Полное число витков соответствует положению X_1, Y_1, Z_1 . Конструкция такого переключателя приведено на рис. 12, где: 1 – неподвижный контакт, 2 – бумажно-бакелитовый цилиндр, 3 – коленчатый вал, 4 – подвижные контакты в виде сегментов; 5 – приводной вал; 6 – фланец; 7 – колпак; 8 – стопорный болт; 9 – стрелка; 10 – ось.

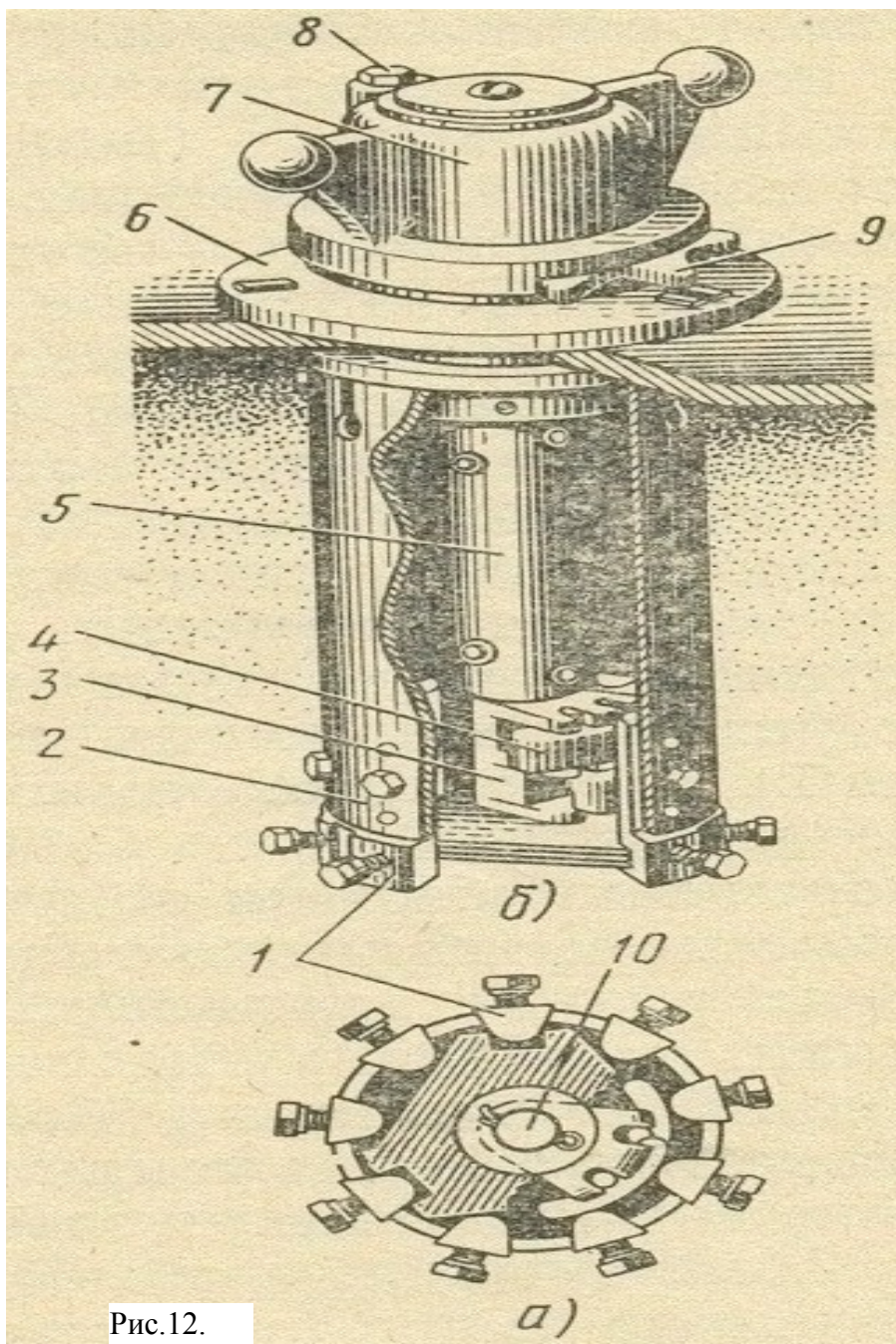


Рис.12.

Для изменения коэффициента трансформации трансформатора необходимо поворачивать рукоятку переключателя расположенного на крышке бака (рис. 13). Указатель рукоятки (рис. 13) может быть установлен против знака «+5%», что означает: включены все витки обмоток (рис. 11, $X_1, -Y_1, -Z_1$); «НОМ» отключено 5% витков (рис. 11, $X_2, -Y_2, -Z_2$); и «-5%», отключено еще 5% витков (рис. 11, $X_3, -Y_3, -Z_3$).

Различают переключатели без возбуждения (ПБВ) и регулирование напряжения под нагрузкой (РПН).

Если в трансформаторе установлены переключатели без возбуждения (ПБВ), чтобы изменить коэффициент трансформации, предварительно необходимо отключить трансформатор от сети полностью, т.е. со стороны ВН и со стороны НН.

Переключатели регулирование напряжения под нагрузкой (РПН), не требуют отключения напряжения трансформатора. Выпускаются трансформаторы с РПН, мощностью 25-630 кВА, с диапазоном регулирования напряжения $\pm 10\% U_n$, ступенью регулирования $1,67\% U_n$, что обеспечивает число коэффициентов трансформации равный - 13.

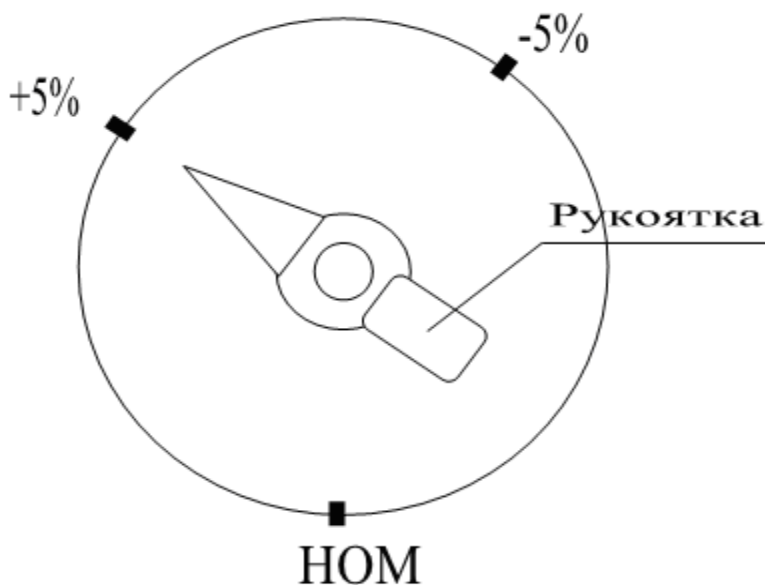


Рис.13.

2. Порядок выполнения работы

1. Ознакомится назначением трансформаторов, изучить схему передачи и распределения электрической энергии.
2. Изучить общий вид и компоновку трансформатора, определить основные узлы, детали и тип трансформатора.
3. Определить тип и паспортные данные изучаемого трансформатора.
4. Изучить конструкцию магнитопровода, подготовить эскиз, определить основные части магнитопровода.
5. Изучить конструкцию обмотки рассматриваемого трансформатора, подготовить эскиз основных видов обмоток.
6. Изучить конструкцию бака трансформатора, подготовить эскиз с указанием основных деталей.
7. Изучить конструкцию расширителя, подготовить эскиз с указанием основных деталей.
8. Изучить конструкции, и назначение газового реле, выхлопной трубы, пробивного предохранителя, ртутного термометра, термометрического сигнализатора и термосифонного фильтра.

9. Изучить конструкцию вводов, подготовить эскиз вводов с указанием их расположения и обозначения.

10. Изучить конструкцию переключателя, принцип действия и условия работы переключателя ПБВ и РПН, ознакомится возможными положениями рукоятки.

3. Подготовка отчета

В отчете необходимо привести: цель работы, схему передачи и распределения электрической энергии: эскиз и основные части магнитопровода; основные виды параметры и назначение обмоток; эскиз с указанием основных деталей бака; эскиз с указанием основных деталей расширителя; схема расположения и обозначения вводов; схема, позиции переключателя.

1. Вопросы для самостоятельной работы

1. Объясните назначение и принцип действия схемы передачи и распределения электрической энергии.
2. Назовите основные элементы трансформатора.
3. Из каких материалов изготавливаются магнитопровод, их размеры.
4. Покажите схему и основные части магнитопровода.
5. Для чего заземляют магнитопровод?
6. Что означает механическая прочность и нагревостойкость обмоток?
7. Где применяются двухслойные цилиндрические обмотки?
8. Где применяются многослойные цилиндрические обмотки?
9. Назовите назначение и основные детали бака.
10. Назовите назначение и основные детали расширителя.
11. Как определяется объем расширителя?
12. В каких трансформаторах применяется принудительное охлаждение?
13. Какие трансформаторы должны иметь газовое реле?
14. Какие трансформаторы должны иметь выхлопную трубу?
15. Какие трансформаторы снабжаются пробивными предохранителями?
16. Какие трансформаторы имеют ртутные термометры, а какие термометрические сигнализаторы?
17. Объясните назначение и конструкцию вводов.
18. Укажите расположение и обозначение вводов.
19. Объясните принцип работы переключателя ПБВ, РПН.
20. Укажите диапазоны регулирования напряжения переключателями ПБВ и РПН.

Литература

1. Копылов И.П. Электрические машины. – М.: Высш. шк., 2006.-607 с.
2. Токарев Б.Ф. Электрические машины. – М.: Энергоатомиздат, 1990.-642с.
3. Коцман М.М. Электрические машины. – М.: Высш. шк., 1983.-432 с.
4. Дымков А.М. Расчет и конструирование трансформаторов. – М.: Высш. шк., 1971 – 276 с.