

Эксплуатация трансформаторов

Автотрансформатор 750 кВ

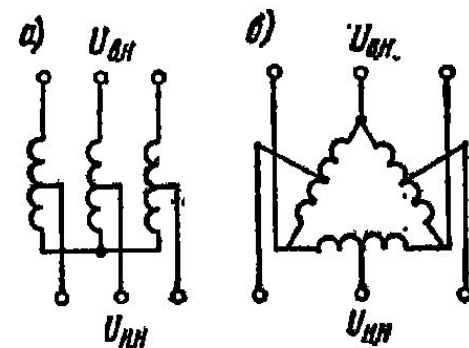


Рис. 18-7. Схемы трехфазных автотрансформаторов

Магнитопровод и ярмовые балки



Регулирование напряжения

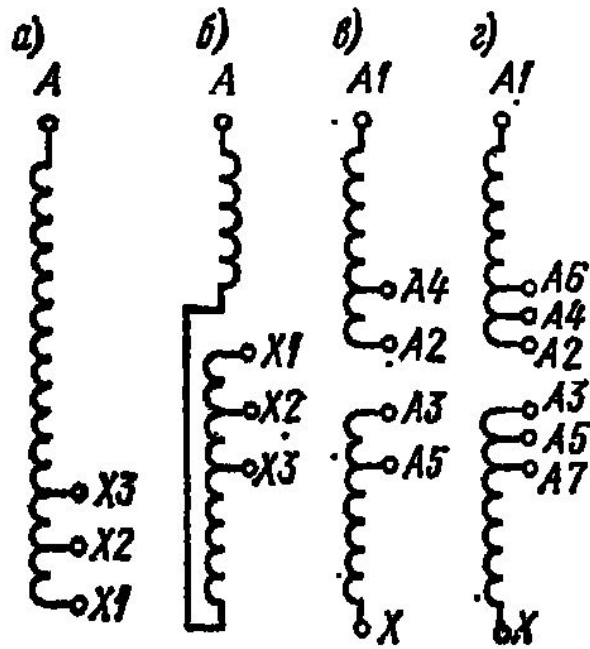


Рис. 15-6. Схемы обмоток с ответвлениями для регулирования напряжения

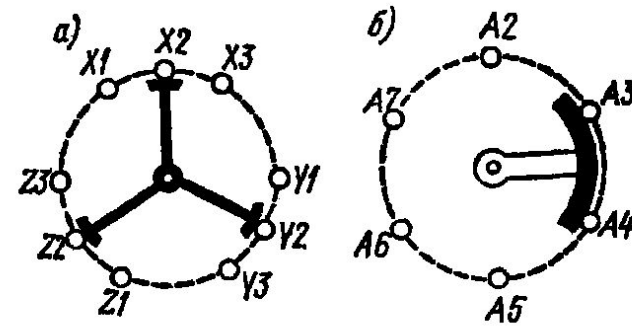


Рис. 15-7. Схемы переключателей для регулирования напряжения

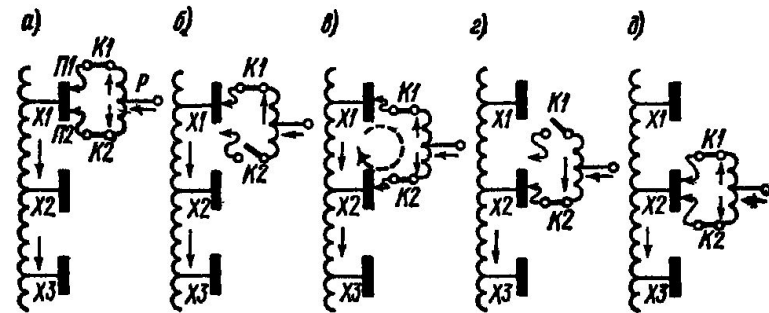


Рис. 15-8. Переключение ответвлений обмотки для регулирования напряжения под нагрузкой с использованием токоограничивающего реактора

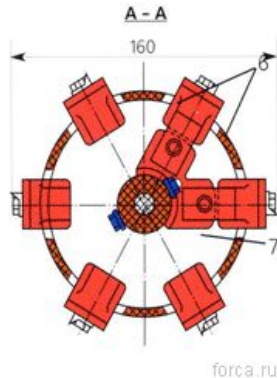
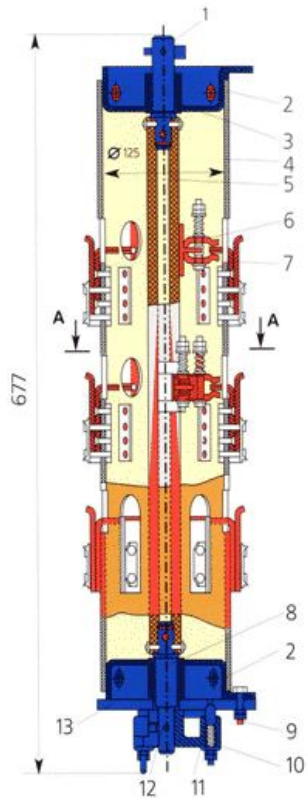


РПН (устройство РПН, УРПН, устройство переключения под нагрузкой, устройство регулирования под нагрузкой, OLTC, On-load tap-changer) - устройство для переключения ответвлений обмотки силового трансформатора под нагрузкой. Устройство РПН служит для регулирования напряжения на низшей (низших) напряжениях трансформатора, выполняется на стороне высокого напряжения (ниже токи, проще реализация). Регулирование напряжения может производиться автоматически либо вручную – дистанционно или по месту.

ПБВ



ПБВ (устройство ПБВ, устройство переключения без возбуждения, off-circuit tap changer) - устройство для переключения ответвлений обмотки не возбужденного и полностью отключенного от сети силового трансформатора.

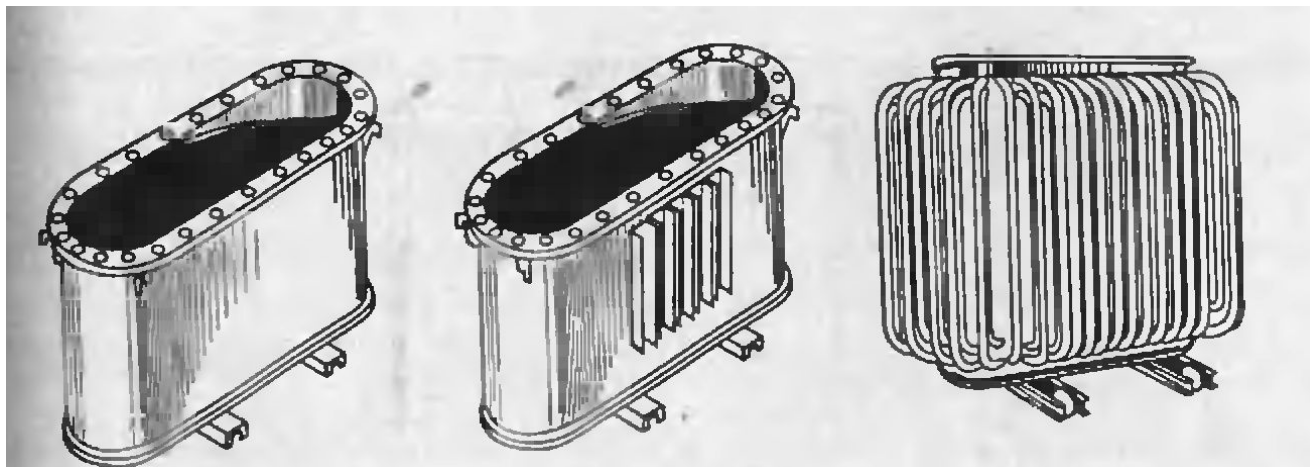


Трехфазное переключающее устройство

ПТЛ-6-200/10 предназначено для переключения ответвлений обмоток трансформатора с прямой схемой с шестью регулировочными ответвлениями на пять ступеней напряжения. 1 - вал стальной; 2 - фланец; 3 - втулка подшипника; 4 - корпус; 5 - бакелитовая трубка; 6 - подвижные контакты; 7 - неподвижные контакты; 8 - вал стальной; 9 - болт крепежный; 10 - фиксатор положения; 11 - палец фиксатора; 12 - крепежный штифт фиксатора; 13 - диск с фиксирующими отверстиями

Устройство устанавливают на кронштейнах, прикрепленных к активной части трансформатора; в верхнем фланце для этого предусмотрены три отверстия.

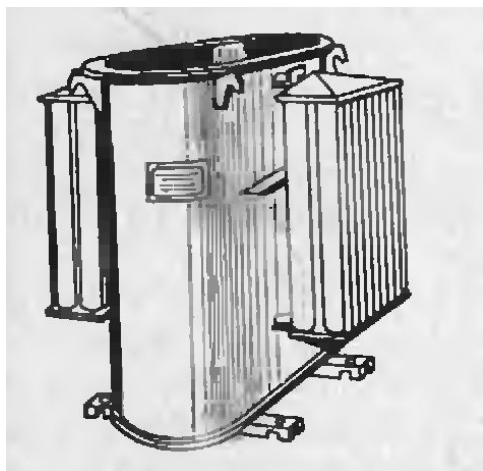
Формы бака трансформатора



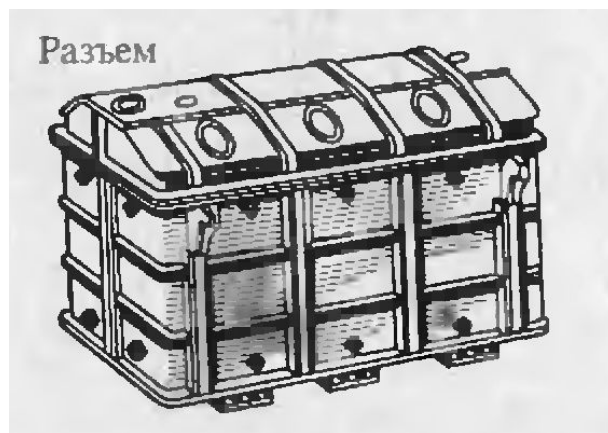
гладкий

гофрированный

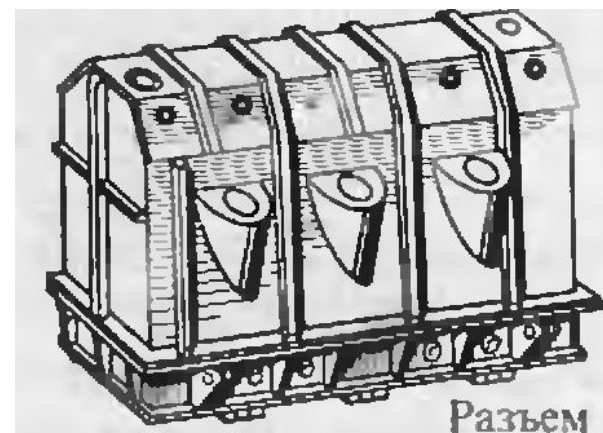
трубчатый



С радиаторами

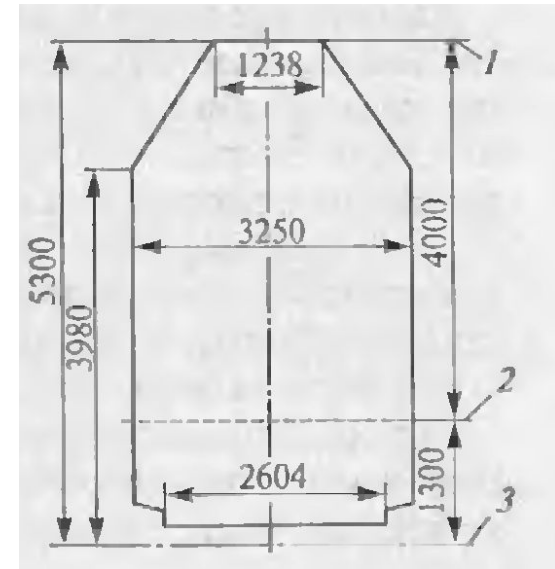
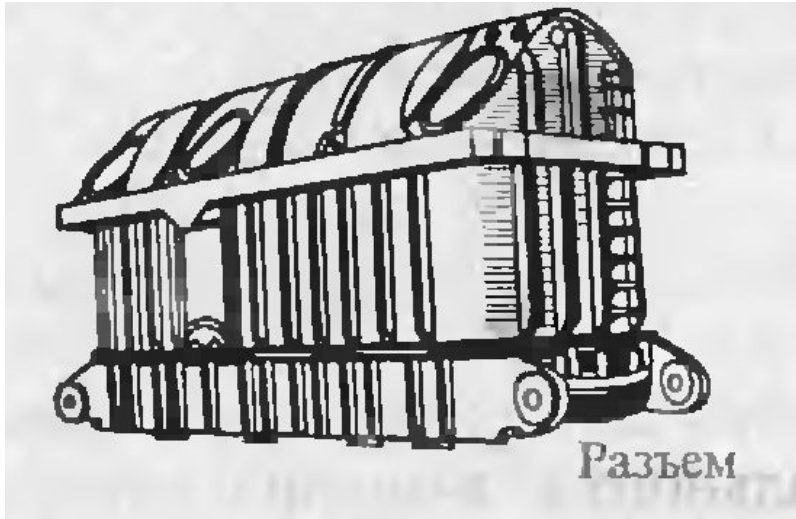


С верхним разъемом



С нижним разъемом

Формы бака трансформатора



1 — предельная высота габарита трансформатора при транспортировке на обычной платформе; 2 — нормальная высота погрузочной площадки железнодорожной платформы; 3 — уровень верха головки рельса

Усиленный с несущей балкой



Подготовительные работы

1 подготовка фундамента

2 подготовка помещения трансформаторно-масляного хозяйства, баков для хранения масла, коммуникаций, маслопроводов, монтажного оборудования, инструментов и инвентаря

3 проверка наличия трансформаторного масла в количестве, необходимом для заливки или доливки, а также для технологических нужд высушенного и залитого в баки с масломерными устройствами

4 приведение в готовность противопожарного поста и средств пожаротушения на время сушки и прогрева трансформатора



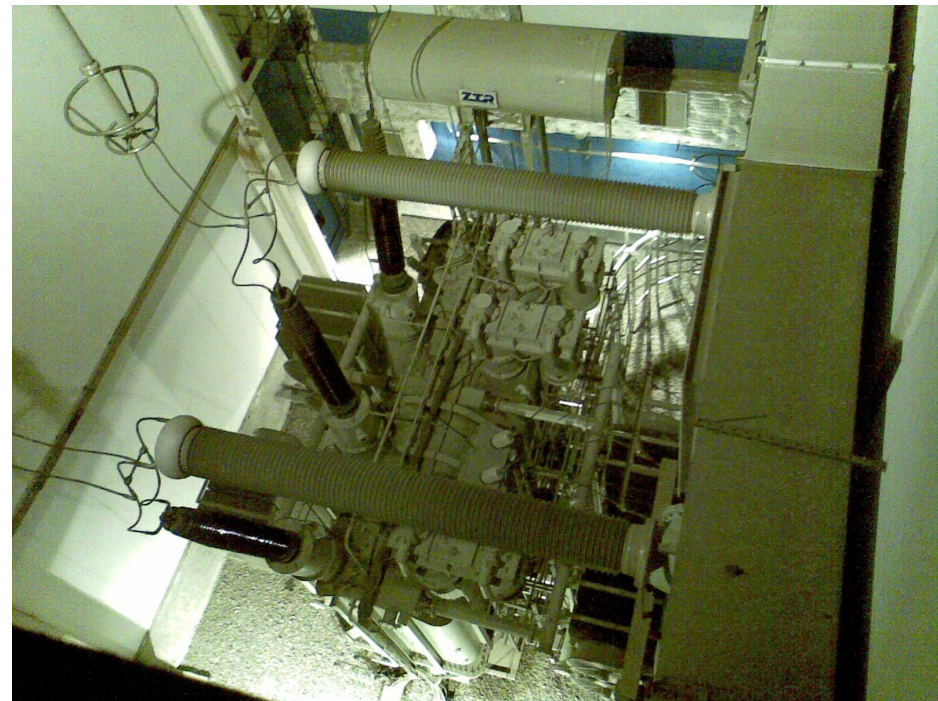
**ИНАЧЕ БУДЕТ
ВОТ ТАК**

Установка трансформаторов

На станциях и подстанциях напряжениям 35-750 кВ установка открытая
Закрытая установка как правило применяется в городских условиях для защиты от шума, при загрязненности воздуха.



Открытая установка



Закрытая установка

Открытая установка при повышенной загрязненности требует кабельных вводов на стороне 110-220 кВ



и шинных вводов в закрытых коробах на напряжение 6-10 кВ

Монтаж трансформаторов

Трансформаторы массой до 2т ставят на фундамент непосредственно. Остальные трансформаторы устанавливают на направляющие с упорами для катков трансформатора после установки на фундамент



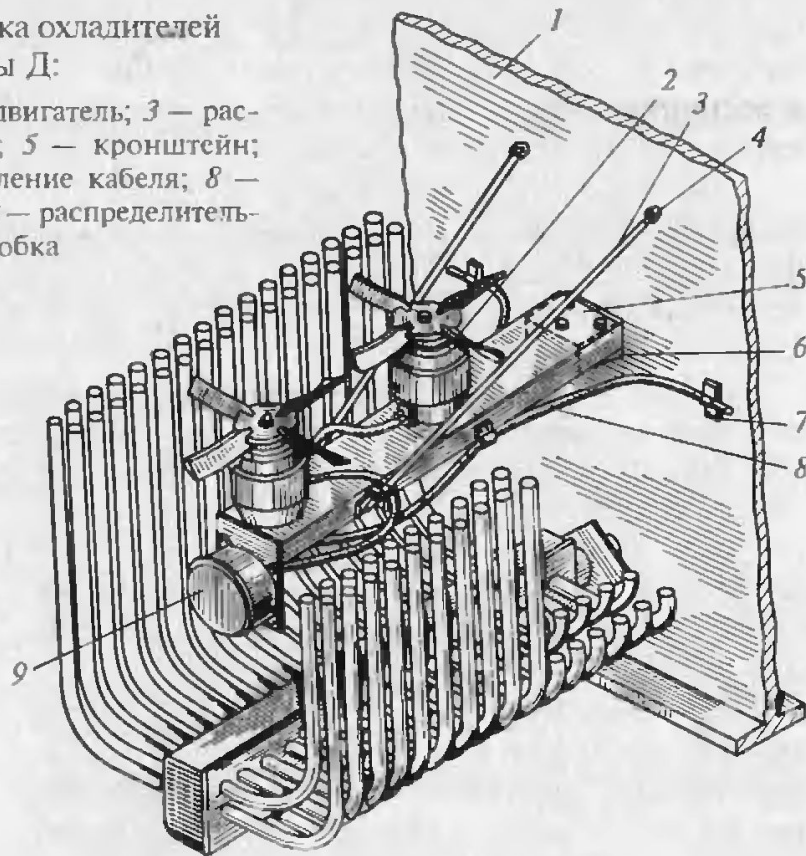
Трансформатор с устройством газовой защиты должен ставиться так, чтобы его крышка имела подъем 1 % в направлении газового реле, а уклон маслопровода к расширителю 2%

Уклон достигается установкой подкладок под катки или под дно бака

- При закрытой установке трансформатор устанавливают либо в отдельном здании, либо в трансформаторной камере при этом
1. Система вентиляции должна быть независимой от вентиляции здания
 1. Разность температур на входе и выходе из помещения на должна превышать 15°C и обеспечивать отвод тепла от трансформатора в номинальном режиме
 3. Конструкция вентиляции должна препятствовать попаданию влаги в трансформатор
 4. В трансформаторной камере или здании должна быть система пожаротушения

Рис. 9.28. Установка охладителей системы Д:

1 — стенки бака; 2 — двигатель; 3 — растяжка; 4 — бобышка; 5 — кронштейн; 6 — скоба; 7 — крепление кабеля; 8 — трехжильный кабель; 9 — распределительная коробка



Порядок монтажа

1. Установка кронштейнов
2. Установка двигателей вентиляторов и монтаж эл. схемы
3. Установка радиаторов
4. Открытие разобщительных кранов

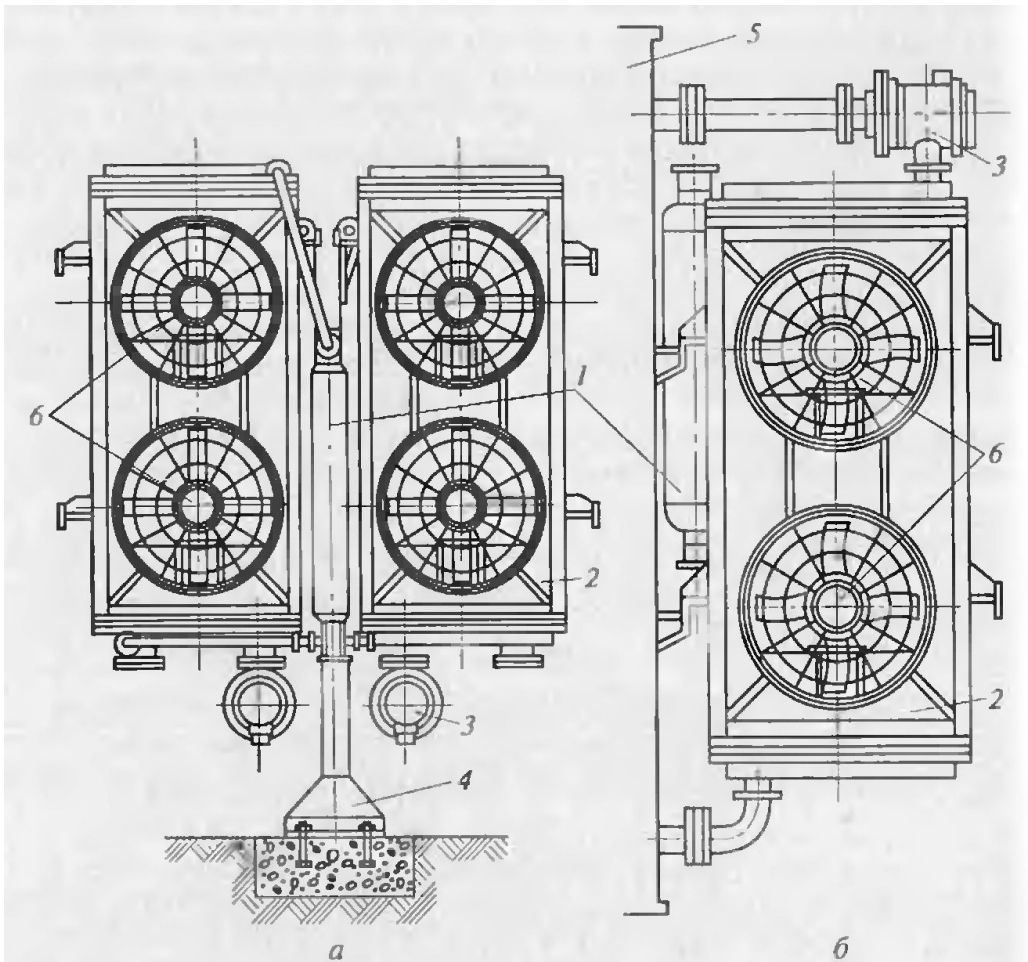
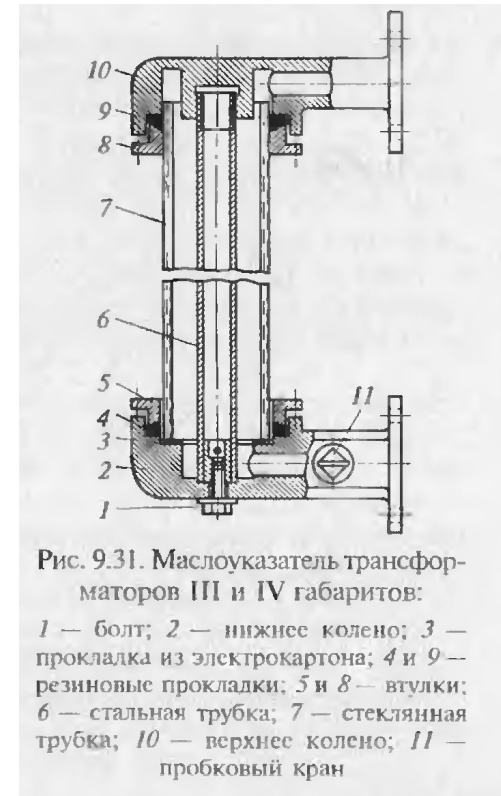
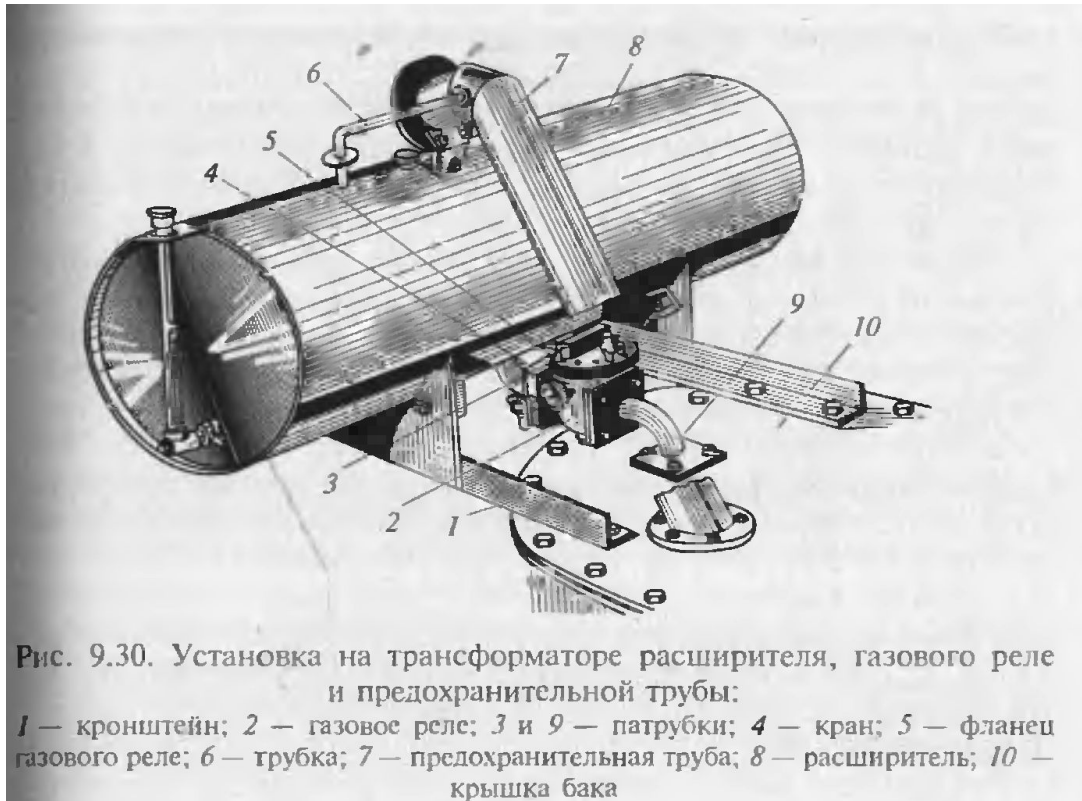


Рис. 9.29. Установка охлаждающих устройств (ОУ) системы ДЦ:

a — выносные ОУ; *б* — навесные ОУ; 1 — термосифонный фильтр; 2 — охладитель; 3 — масляный насос; 4 — стойка выносных ОУ; 5 — бак трансформатора; 6 — дутьевые вентиляторы

Порядок монтажа

1. Навеска охладителей и соединение с баком трубами
2. Монтаж эл. схемы
3. Открытие разобцительных кранов



Расширитель перед монтажом следует осмотреть на предмет наличия ржавчины на его внутренней поверхности.

После установки маслоуказателя испытать расширитель на герметичность, заполнив его сухим трансформаторным маслом в выдержкой 3ч.

После сборки выполняют контроль состояния изоляции

Для включения трансформатора без сушки требуется оценить степень увлажнения изоляции, которая определяется следующими характеристиками главной изоляции трансформаторов, залитых маслом:

1. измерением 15-секундного и одноминутного сопротивления изоляции (R_{15} и R_{60}) и нахождением коэффициента абсорбции;
2. измерением тангенса угла диэлектрических потерь обмоток;

Результаты сравнивают с заводскими данными, полученными для сухой изоляции. $R_{60} > 0.7 R_{60\text{зав}}$.

Если инструкции по монтажу и вводу в эксплуатацию были нарушены, выполняют полную ревизию трансформатора с подъемом съемной части бака или активной части

Допустимые значения изоляционных характеристик трансформаторов

Температура обмотки, °С	R_{60} , МОм, не менее	$\text{tg } \delta$, % не более	C_2/C_{50} , не более
10	450	1,8	1,2
20	300	2,5	1,3
30	200	3,5	1,4
40	130	5,0	1,5
50	90	7,0	1,6
60	60	10,0	1,7
70	40	14,0	1,8

Ревизия трансформатора

Методы

1. Подъем активной части из бака
2. Осмотр активной части внутри бака
3. Подъем верхней съемной части бака

Условия

1. Продолжительность нахождения активной части вне бака 0°C или влажности более 75% - 12 часов; 65-75% - 16ч. Ниже 65% - 24ч.
2. Температура активной части должна быть равна или выше температуры окружающей среды. При отрицательной температуре трансформатор с маслом подогревают до 20°C .

Ревизию активной части следует проводить в сухом закрытом помещении.

Карта проверок

1. Затяжка стяжных шпилек крепления ярма
2. Крепление отводов
3. Крепление бальеров
4. Осмотр переключающих устройств
5. Ревизия осевой прессовки
6. Равномерная подпрессовка обмотки, подтягивание винтов и домкратов
7. Контроль состояния изоляции обмоток, отводов
8. Контроль сопротивления изоляции обмоток между собой и магнитопроводом, стяжных шпилек, бандажей и полубандажей ярма относительно активной части и ярмовых балок
9. Контроль схемы заземления

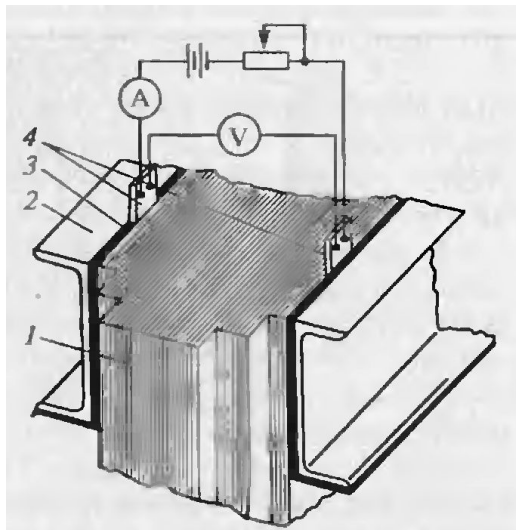


Рис. 9.32. Измерение сопротивления изоляции магнитной системы:

- 1* — верхнее ярмо; *2* — ярмовая балка;
3 — электрокартонная изоляция ярма;
4 — медная контактная пластина

Контроль правильности установки активной части в баке



Параллельная работа трансформаторов

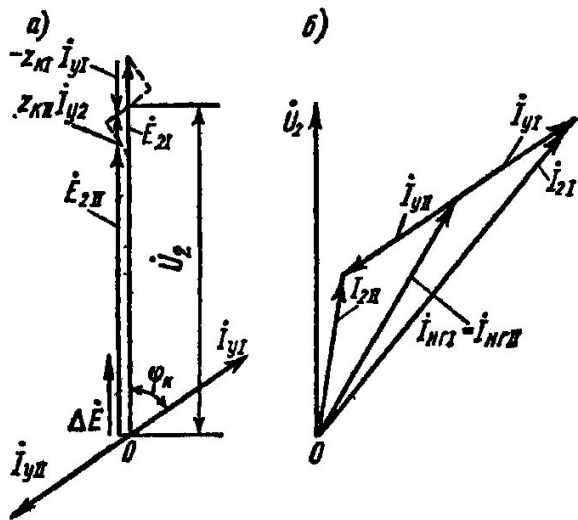


Рис. 15-13 Уравнивательные токи при неравенстве коэффициентов трансформации

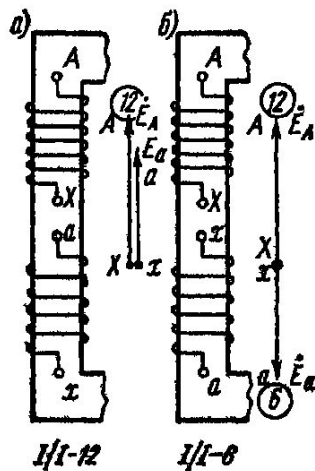


Рис 12-23 Группы соединений однофазного трансформатора

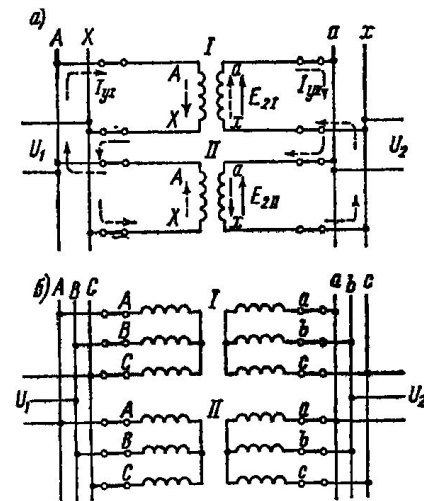


Рис. 15-11. Схемы параллельной работы однофазных (а) и трехфазных (б) двухобмоточных трансформаторов

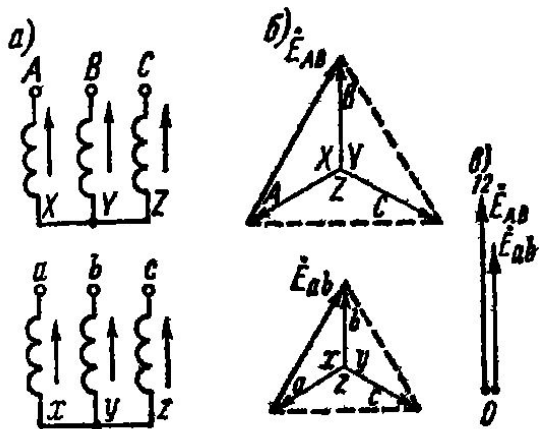


Рис 12-24 Трехфазный трансформатор со схемой и группой соединений Y/Y-0

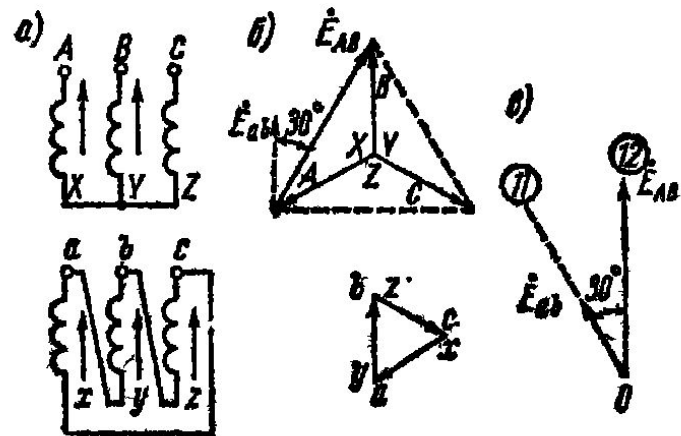


Рис 12-25 Трехфазный трансформатор со схемой и группой соединений Y/D-11

Несимметричная нагрузка трансформатора

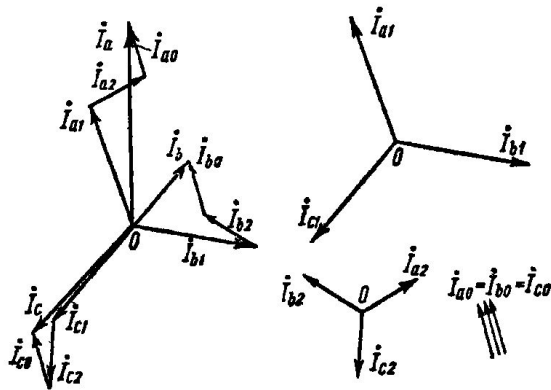


Рис. 16-1. Симметричные составляющие трехфазных токов

$$\begin{aligned} I_a &= I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}; \\ I_b &= I_{b1} + I_{b2} + I_{b0}; \\ I_c &= I_{c1} + I_{c2} + I_{c0} \end{aligned}$$

$$a = e^{j\frac{2\pi}{3}}; \quad a^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}},$$

$$1 + a + a^2 = 0.$$

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c); \\ I_{a2} &= \frac{1}{3}(I_a + a^2I_b + aI_c); \\ I_{a0} &= \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c). \end{aligned}$$

$$I_a + I_b + I_c = 3I_{a0}.$$

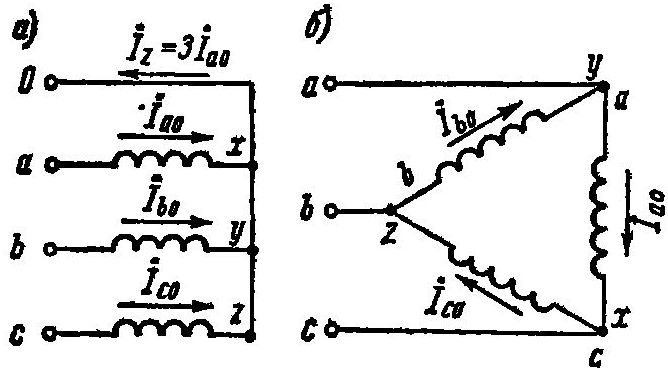


Рис. 16-2. Токи нулевой последовательности в обмотках, соединенных в звезду с нулевым проводом (а) и в треугольник (б)

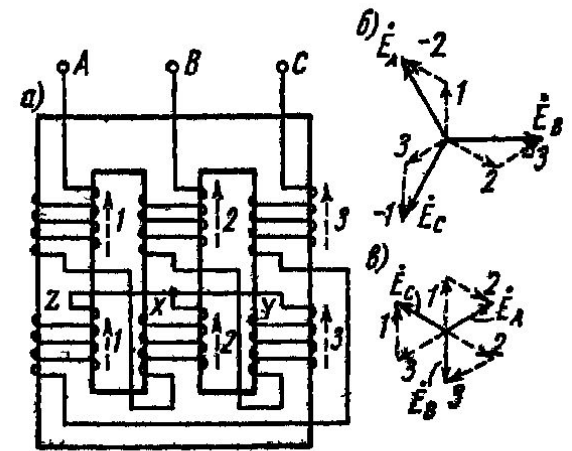


Рис 12-22 Соединение трехфазной обмотки зигзагом

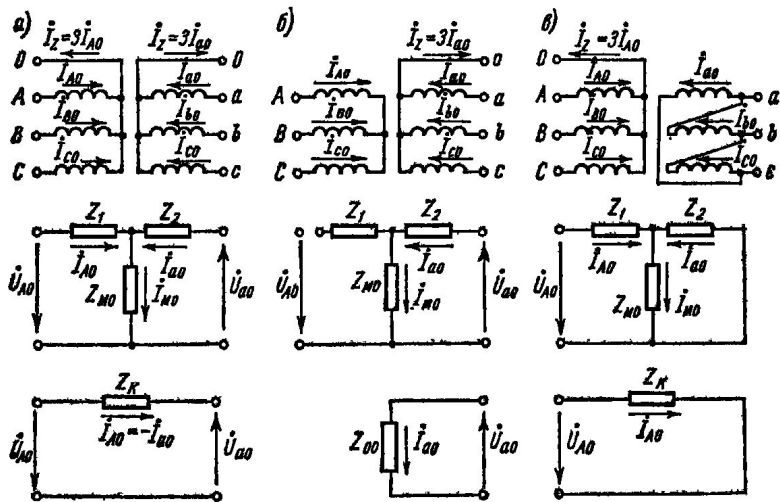


Рис. 16-3. Схемы замещения трансформатора для токов нулевой последовательности

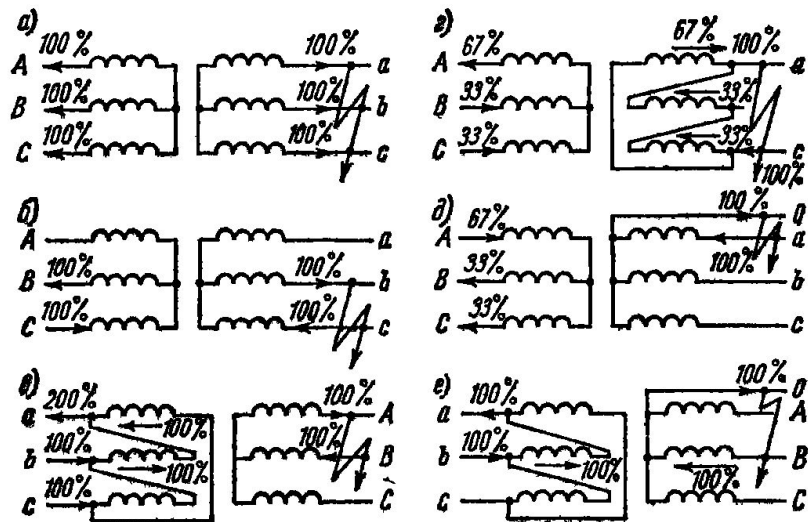


Рис. 16-5. Токораспределение в обмотках трансформаторов с различными схемами соединений обмоток при различных видах коротких замыканий

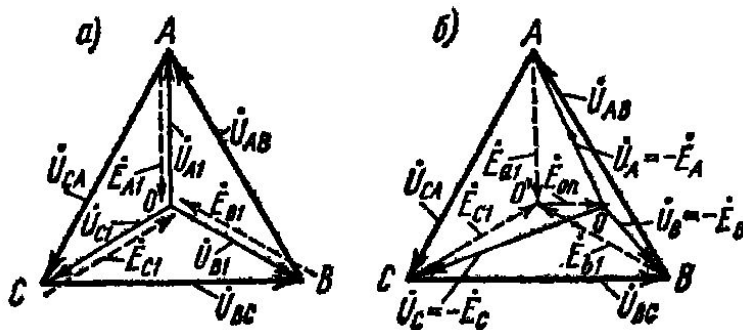


Рис. 16-6. Искажение системы фазных напряжений в трансформаторе с соединением обмоток Y/Y_0 при наличии токов нулевой последовательности

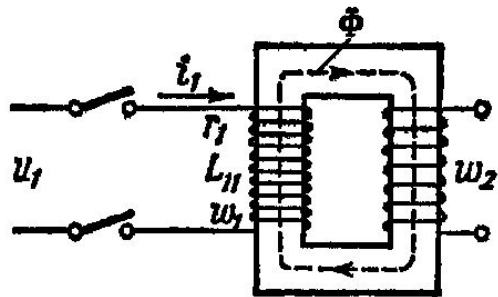


Рис 17-1 Схема включения трансформатора под напряжение на холостом ходу

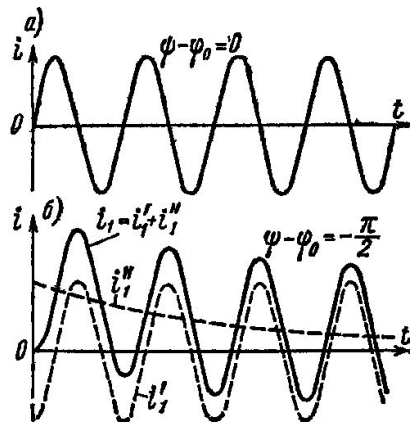


Рис. 17-2. Ток включения в ненасыщенном трансформаторе

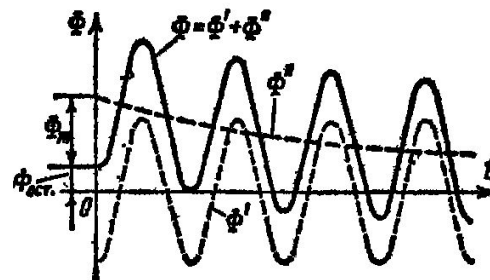


Рис. 17-3. Изменение магнитного потока $\Phi = f(t)$ при неблагоприятном моменте включения трансформатора под напряжение

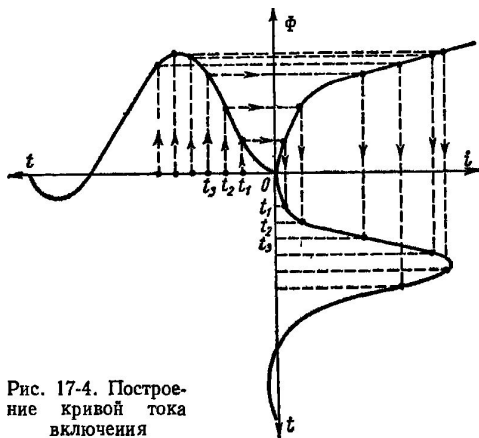


Рис. 17-4. Построение кривой тока включения

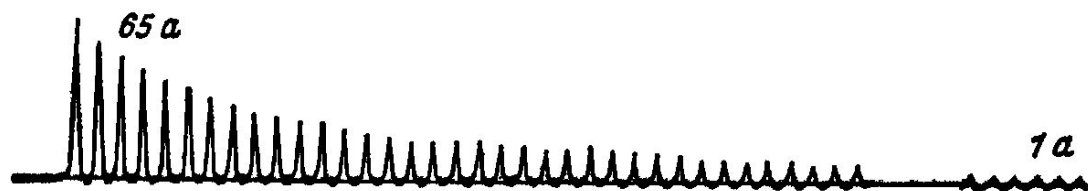


Рис. 17-5. Осциллограмма тока включения трансформатора

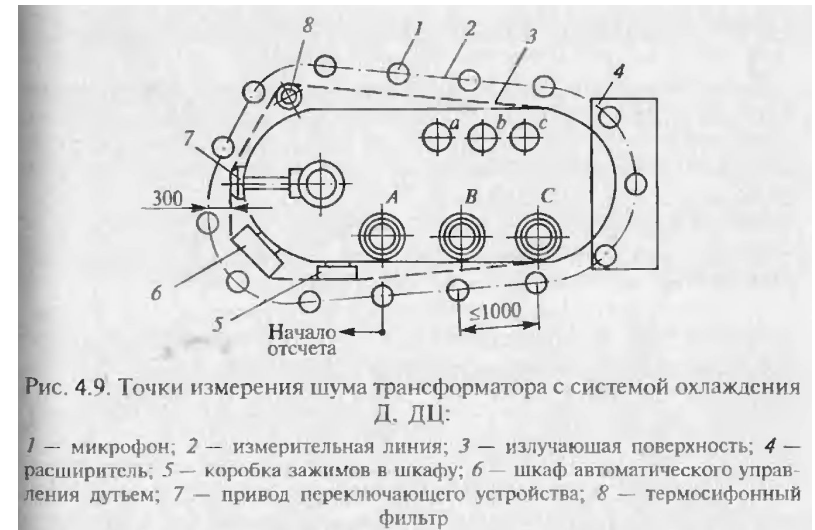
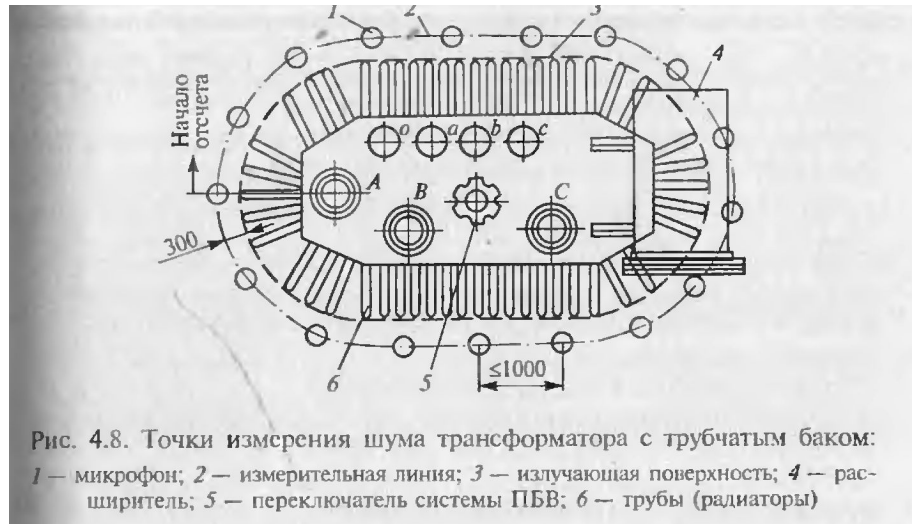
Пуско-наладочные работы

После окончания монтажа трансформатора следует убедиться в работоспособности систем защиты, управления, сигнализации и автоматики.

Первое включение осуществляют при установке всех защит «на отключение» не ранее чем через 12 часов после доливки масла и не менее чем на 30 минут.

Во время работы трансформатор прослушивают и наблюдают за состоянием.

После этого отключают и включают 3-4 раза подряд для настройки защит от бросков намагничивающего тока



Неисправности магнитопровода трансформатора

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Дефектность межлистовой изоляции	Ухудшение состояния масла (понижение температуры вспышки, повышенная кислотность). Увеличение потерь холостого хода	<p>Перегревы, вызываемые вихревыми токами или токами в короткозамкнутых контурах, образующихся в результате нарушения изоляции активной стали в местах соприкосновения со стяжными шпильками, наличия забоин и т. п., а также нарушения схемы заземления.</p> <p>Влага, которая конденсируется на поверхности масла, попадает на верхнее ярмо, проникает между пластинами активной стали в виде водомасляной эмульсии (смеси влаги с горячим маслом), разрушает межлистовую изоляцию и вызывает коррозию стали</p>	<p>Внешний осмотр трансформатора при вынутой активной части</p> <p>Специальные испытания: замер потерь холостого хода при зашихтованном ярме с контрольной обмоткой; замер напряжений между крайними пластинами и пакетами возбужденного магнитопровода</p> <p>Анализ масла Проверка изоляции стяжных шпилек или бандажей мегомметром</p>

Неисправности магнитопровода

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
<p>Местное замыкание пластин стали и «пожар» в стали</p>	<p>Появление газа в газовом реле и работа газовой защиты на сигнал.</p> <p>Понижение температуры вспышки масла.</p> <p>Специфический резкий запах и темный цвет масла вследствие его разложения (крекинг-процесс)</p> <p>Повышение потерь и тока холостого хода</p>	<p>Наличие каких-либо посторонних металлических или токопроводящих частиц, замыкающих в данном месте пластины стали.</p> <p>Повреждение изоляции стяжных шпилек, создающее короткозамкнутый контур.</p> <p>Касание какой-либо металлической части и стержня в двух точках.</p> <p>Местное повреждение изоляции пластин стали, вызывающее замыкание пластин стали.</p> <p>Неправильное заземление, создающее короткозамкнутый контур. Разрушение или отсутствие изолирующих прокладок в стыках стыкового магнитопровода</p>	<p>Внешний осмотр трансформатора при вынутой активной части</p> <p>Специальные испытания: замер потерь холостого хода при зашихтованном ярме с контрольной обмоткой; замер напряжений между крайними пластинами и пакетами возбужденного магнитопровода</p> <p>Анализ масла</p> <p>Проверка изоляции стяжных шпилек или бандажей мегомметром</p>

Неисправности магнитопровода трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Обрыв заземления	Потрескивание внутри трансформатора при повышенном напряжении	Ослабление крепления или механические повреждения заземления	Внешний осмотр заземлений при вынутой активной части
Повышенная вибрация магнитопровода	Ненормальное гудение, дребезжание, жужжание у шихтованного магнитопровода. Недопустимое гудение у стыкового магнитопровода	Ослабление прессовки магнитопровода Самопроизвольное разболчивание и свободное колебание крепежных деталей. Колебание отстающих крайних листов стали в стержнях или ярмах. Ослабление прессовки стыков. Пробой или разрушение изолирующих прокладок в стыках	Внешний осмотр активной части Проверка величины напряжения, подаваемого на трансформатор

Неисправности магнитопровода трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Увеличены зазоры в стыках между пластинами активной части Завышена толщина прокладок в стыках ярм и колонн в стыковом магнитопроводе	Повышенный ток холостого хода при нормальных потерях холостого хода	Плохая шихтовка. Толщина прокладок в стыковом магнитопроводе у трансформаторов IV—VI габаритов больше 1 мм	Проверка потерь и тока холостого хода Внешний осмотр при вынутой активной части

Неисправности обмоток трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Витковое замыкание	<p>Работа газовой защиты на отключение (газ — горючий, бело-серого или синеватого цвета). Ненормальный нагрев, иногда с характерным бульканием масла.</p> <p>Небольшое увеличение первичного тока. Разные сопротивления отдельных фаз постоянному току.</p> <p>Работа дифференциальной, а также максимальной токовой защиты, если последняя установлена на стороне первичной обмотки (при значительных повреждениях)</p>	<p>Разрушение витковой изоляции из-за старения в результате естественного износа или длительных перегрузок при недостаточном охлаждении.</p> <p>Нарушение изоляции витков из-за механических повреждений в результате толчков или деформации обмоток при коротких замыканиях и других аварийных режимах.</p> <p>Обнажение обмоток вследствие понижения уровня масла.</p> <p>Дефекты изоляции провода или самого провода (заусенцы, внутренние раковины, плохая пайка), незамеченные при изготовлении обмоток.</p> <p>Неправильные укладка и выполнение переходов.</p> <p>Неправильная опрессовка обмоток</p>	<p>Внешний осмотр активной части</p> <p>Испытания: замер сопротивлений постоянному току; три специальных испытания при пониженном напряжении с поочередным замыканием одной из фаз; прожиг обмотки для обнаружения виткового замыкания при открытой активной части путем подвода к обмотке пониженного напряжения (10—20% номинального) ; в месте повреждения появится дым (при прожиге обмотки необходимо принять меры противопожарной безопасности)</p> <p>Выявление виткового замыкания искателем Порозова</p> <p>Проверка состояния и работы охлаждающих устройств</p>

Неисправности обмоток трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Обрыв в обмотках	Работа газовой защиты вследствие дуги, возникающей в месте обрыва и разлагающей масло	Отгорание выводных концов вследствие электродинамических усилий при коротких замыканиях или из-за плохих соединений. Некачественная пайка проводов. Выгорание части витков вследствие виткового замыкания в обмотке	Проверка обмоток амперметрами, включенными в отдельные фазы Измерение сопротивлений обмоток мегомметром при соединении их звездой Измерение сопротивлений обмоток постоянному току между линейными вводами при соединении в треугольник. При полном обрыве одной фазы результаты двух замеров равны. При этом каждый замер равен сопротивлению фазы. Третий замер фазы, где произошел обрыв, дает двойную величину сопротивления. При наличии неполного обрыва фазы величина ее сопротивления будет несколько больше, чем у двух других

Неисправности обмоток трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Пробой на корпус	Работа газовой, максимальной токовой и дифференциальной защиты. Выброс масла через предохранительную трубу	Дефектность главной изоляции вследствие старения или наличия трещин, отверстий, изломов, мятых неровных краев, а также наличия пыли, ворсинок и т. д. Касание края цилиндра или барьера металлических частей прессующего устройства, в результате чего может возникнуть ползучий электрический разряд по изоляции из электрокартона. Понижение уровня масла. Попадание влаги или грязи внутрь трансформатора. Перенапряжения. Деформация обмоток при коротких замыканиях	Проверка мегомметром изоляции между обмотками и корпусом Испытание масла на анализ и электрическую прочность Внешний осмотр активной части

Неисправности обмоток трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Междуфазное короткое замыкание обмотки	Работа газовой, максимальной токовой и дифференциальной защиты. Выброс масла через предохранительную трубу	Причины те же, что и при пробое на корпус, кроме того: замыкание на отводах, замыкание на вводах	Внешний осмотр при вынутой активной части Проверка мегомметром
Замыкание параллельных проводов в витках непрерывной обмотки, близких к ее началу или концу	Увеличение потерь холостого хода при нормальном токе холостого хода	причины те же, что и при витковом замыкании	Внешний осмотр мест подгаров изоляции витков при вынутой активной части Пофазные измерения потерь и токов холостого хода

Неисправности обмоток трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Замыкание параллельных проводов в витках винтовой обмотки в месте транспозиции	Увеличение потерь короткого замыкания	Уравнительные токи в замкнутых контурах	Внешний осмотр мест потемнений и подгаров изоляции витков при вынутой активной части Пофазные измерения потерь короткого замыкания
Параллельные соединения катушек с неравным количеством витков	Перегрев обмоток от уравнительных токов	Уравнительные токи между параллельными ветвями	Проверка прибором Порозова. Внешний осмотр мест потемнений, подгаров и разрушений изоляции витков при вынутой активной части
Обрыв одного или нескольких параллельных проводов в витке обмотки	Увеличение потерь короткого замыкания, а также напряжения короткого замыкания	Причины те же, что при обрыве в обмотках	Измерение сопротивления обмоток постоянному току Измерение потерь и напряжения короткого замыкания Внешний осмотр мест потемнений, подгаров и разрушений изоляции витков при вынутой активной части.

Неисправности переключателей трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Оплавление или выгорание контактных поверхностей	Работа газовой защиты, а иногда дифференциальной и максимальной токовой защит	Дефекты конструкции или сборки (недостаточное нажатие контактов и упругость нажимных пружин). Перегревы от сверхтоков, возникающих при близких коротких замыканиях	Внешний осмотр при вынутой активной части Проверка мегомметром при наличии обрыва Измерение сопротивлений постоянному току на всех ответвлениях
Перекрытие между фазами или отдельными ответвлениями (дефект аналогичен междуфазному короткому замыканию обмоток)	Работа газовой, дифференциальной и максимальной токовой защит. Выброс масла через выхлопную трубу	Перенапряжения. Попадание влаги внутрь трансформатора. Дефекты в изолирующих частях (трещины, изломы и т. п.)	Внешний осмотр при вынутой активной части Проверка мегомметром

Неисправности высоковольтных вводов трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Пробой на корпус	Работа максимальной токовой и дифференциальной защит	Наличие трещин в изоляторе. Понижение уровня масла при загрязненной внутренней поверхности изолятора	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внешний осмотр трансформатора 2. Отсоединение ввода и проверка его изоляции мегомметром
Перекрытие между вводами	То же	Попадание посторонних предметов на вводы	Внешний осмотр
Негерметичность уплотнений	Течь масла в местах уплотнений	Ослабление затяжки болтов. Дефектная уплотняющая прокладка	Внешний осмотр
Некачественная армировка ввода	Течь масла в месте армировки ввода	Дефекты в армировке (трещины и т. д.). Трещина в фарфоре изолятора, скрытая армировочной массой (просачивание масла через армировочные швы)	Внешний осмотр После съема ввода опустить фарфор в масло на несколько часов, затем тщательно протереть поверхность тряпками, опылить зубным порошком и нагреть до 40—50° С — из трещин выступит масло

Неисправности высоковольтных вводов бака, расширителя радиаторов трансформаторов

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Нагрев фарфоровых вводов	Появление трещин	Пробой фарфора вследствие дефекта в самом фарфоре	Внешний осмотр
Нагревы стального фланца ввода	-----	Вихревые токи, нагревающие металл	Измерение температуры нагрева фланца
Негерметичность уплотнений бака, радиаторов, расширителя	Течь масла в местах уплотнений	Ослабление затяжки болтов. Дефектная уплотняющая прокладка	Внешний осмотр
-----	Течь масла через швы, трещины, пробоины и т. д.	Механические повреждения металлоконструкций	Внешний осмотр

Проблемы, связанные с маслом

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
Ненормальное повышение температуры масла и местные нагревы		<p>Неисправности в системе охлаждения (например, закрыты радиаторные краны, вышли из строя дутьевые вентиляторы).</p> <p>Перегрузка трансформатора.</p> <p>Внутренние повреждения в трансформаторе</p>	<p>Проверка работы системы охлаждения</p> <p>Проверка нагрузки и соответствия температуры масла данной нагрузке (по записям в журнале)</p> <p>Обследование активной части</p>
Ухудшение качества масла	-----	<p>Внутренние повреждения, сопровождающиеся крекинг-процессом, когда газообразные продукты разложения масла растворяются в остальном масле, в результате чего понижается температура вспышки масла.</p> <p>Сопровождаемые разложением масла дугой — выделяемые при этом газы горючи и содержат водород и метан</p>	<p>Анализ масла</p> <p>Анализ выделяемых маслом газов</p> <p>Обследование активной части</p>

Срабатывание газовой защиты

основные виды повреждений	Признаки повреждений	Возможные причины повреждений	Способы выявления повреждений
	Работа газовой защиты на сигнал	Попадание воздуха в реле. Медленное понижение уровня масла.	Анализ газов на количество, цвет, запах, горючесть. (Если газ без цвета, запаха и не горит, значит в реле попал воздух; если газ горит — имеется внутреннее повреждение в трансформаторе, по количеству газа судят о размере повреждения).
	Работа газовой защиты на отключение	<p>Внутренние повреждения, сопровождаемые крекинг-процессом.</p> <p>Короткое замыкание, вызвавшее толчок масла через газовое реле</p> <p>Резкое понижение уровня масла.</p> <p>Внутренние повреждения, сопровождаемые сильным выделением горючих газов</p>	<p>Цвет газа показывает характер повреждения (белосерый — бумага и электрокартон, желтый — дерево, черный — масло)</p> <p>Анализ масла</p> <p>Внешний осмотр и выяснение причины снижения уровня масла</p>