

87 Бак с трансформаторным маслом.

Активная часть трансформатора погружается в бак, представляющий собой стальной резервуар овальной формы, заполненный трансформаторным маслом.

Трансформаторное масло относится к группе жидких диэлектриков, основное назначение которых – отвод теплоты от нагреваемых внутренних частей электрооборудования, гашение электрической дуги в масляных выключателях, усиление электрической прочности твердой изоляции и герметизация электрических аппаратов.

Масло должно отвечать ряду требований: электрическая прочность (минимальное пробивное напряжение) при 20 °С и частоте тока 50 Гц должна быть не ниже 15 кВ; кислотное число – не более 0,05 мг на 1 г масла; температура вспышки паров – не ниже +135 °С; температура застывания – не выше –35 °С; зольность – не более 0,005 %.

Трансформаторное масло не должно содержать водорастворимых кислот, щелочей и механических примесей.

Масло, являясь охлаждающей средой, отводит тепло, выделяющееся в обмотках и магнитопроводе, и отдает его в окружающую среду через стенки и крышку бака, кроме того, оно повышает степень изоляции между токоведущими частями и заземленным баком.

Для увеличения поверхности охлаждения трансформатора баки изготавливают ребристыми, вваривают в них трубы или снабжают съемными радиаторами. Только у трансформаторов мощностью до 25 кВ·А стенки бака гладкие. Радиаторы присоединяются к стенкам баков патрубками со специальными радиаторными кранами. У верхнего торца к стенкам бака приваривают раму из угловой или полосовой стали, к которой крепят крышку на прокладках из маслоупорной резины.

В нижней части бака у трансформаторов любого типа имеется кран для взятия пробы и слива масла, а в днище трансформаторов мощностью выше 100 кВ·А – пробка для спуска осадков после слива масла через кран. Через второй кран, установленный на крышке бака, в него заливают масло. Оба крана одновременно служат для присоединения к ним маслоочистительных аппаратов. Ко дну бака трансформаторов массой выше 800 кг приваривают тележку с поворотными катками. Конструкция катков позволяет изменять направление передвижения трансформаторов. Для подъема трансформатора на баке имеется четыре кольца (рыма). Активная часть поднимается за скобы в верхних консолях магнитопровода.

На крышке бака размещаются вводы, расширитель и защитные устройства (выхлопная предохранительная труба, реле давления, газовое реле, пробивной предохранитель). К стенкам бака прива-

ривают подъемные крюки, прикрепляют манометрический сигнализатор (у трансформаторов мощностью свыше 1000 кВ·А) и устанавливают фильтры.

Вводы представляют собой фарфоровые проходные изоляторы, через которые обмотки трансформатора присоединяются к электрическим сетям.

Фарфор относится к электрокерамическим материалам. Из него изготавливают изоляторы для высокого и низкого напряжений.

Исходная электрофарфоровая масса состоит из глинистых веществ (42... 50 %), кварца (20... 25 %), калиевого полевого шпата (22... 30 %) и измельченных бракованных фарфоровых изделий (5... 8 %). При изготовлении изоляторов в измельченные компоненты вводят 20... 22 % воды, после чего тестообразную фарфоровую массу подвергают вакуумной обработке с целью извлечения из нее воздушных включений. Монолитный цилиндр, полученный в вакуум-прессе, на выходе из мундштука разрезается на заготовки, из которых изготавливают (оформляют) изоляторы различного типа.

Покрытие фарфоровых изделий жидкой глазурной суспензией (**глазурью**), отличающейся большим содержанием стеклообразующих компонентов, обеспечивает повышение механической прочности изоляторов и **устойчивость их к влаге** и атмосферным загрязнениям.

Большинство трансформаторов оборудовано расширителями (рис. 13.10), обеспечивающими постоянное заполнение бака маслом и уменьшение поверхности соприкосновения масла с воздухом, а следовательно, защищающими масло от увлажнения и окисления.

У расширителя есть отверстие для всасывания и вытеснения воздуха при изменении уровня содержащегося в нем масла (дыхательная пробка). Он имеет цилиндрическую форму и закрепляется на кронштейне, установленном на крышке б трансформатора.

Расширитель сообщается с баком трансформатора через трубу, которая не выступает ниже внутренней поверхности крышки трансформатора и заканчивается внутри расширителя выше его дна во избежание попадания осадков масла в бак 1. Внутренняя поверхность расширителя имеет покрытие, служащее для защиты его от коррозии и предохранения масла от соприкосновения с металлической поверхностью. В нижней части расширителя имеется отверстие для слива масла с пробкой.

Объем расширителя определяется из расчета, что уровень масла должен оставаться в его пределах как летом при температуре +35 °С и полной нагрузке трансформатора, так и зимой при минимальной температуре масла и отключенном трансформаторе. Обычно объем расширителя составляет 11... 12 % от объема масла в баке трансформатора. Для наблюдения за уровнем масла на боковой

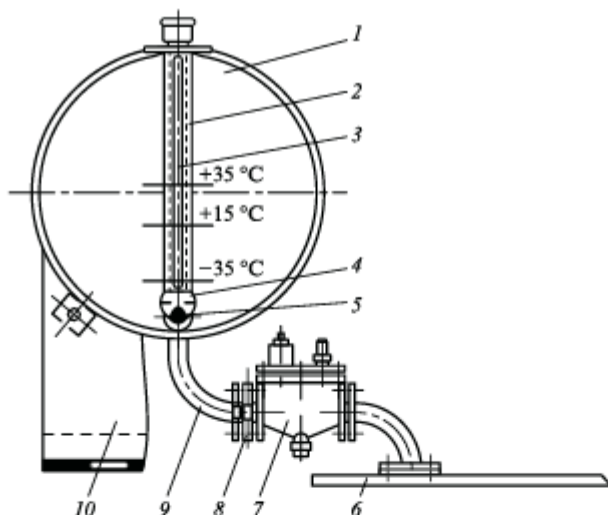


Рис. 13.10. Расширитель:

1 – бак; 2 – маслоуказатель; 3 – маслоуказательное стекло; 4 – угольник; 5 – запирающий болт; 6 – крышка трансформатора; 7 – газовое реле; 8 – плоский кран; 9 – трубопровод; 10 – опорная пластина

стенке расширителя имеется маслоуказатель 2, выполненный в виде стеклянной трубки в металлической оправе.

В герметичных масляных трансформаторах и трансформаторах с жидким негорючим диэлектриком **защита поверхности масла осуществляется сухим азотом**, а в трансформаторах, заполненных соволом-10, – сухим воздухом. Негерметичные масляные трансформаторы мощностью от 160 кВ·А, в которых масло в расширителе соприкасается с окружающим воздухом, имеют термосифонный или адсорбционный фильтр. А трансформаторы мощностью от 1 МВ·А с естественным масляным охлаждением и азотной подушкой – термосифонный фильтр (кроме трансформаторов с жидким негорючим диэлектриком).

Масляные трансформаторы мощностью от 1 МВ·А с расширителем снабжаются защитным устройством, предупреждающим повреждение бака при внезапном повышении внутреннего давления более 50 кПа. К защитным устройствам относятся *выхлопная труба* со стеклянной диафрагмой и *реле давления*, которые работают следующим образом.

Нижний конец выхлопной трубы соединяется с крышкой бака, а на верхний ее конец устанавливается тонкая стеклянная мембрана (2,5... 4 мм) диаметром 150, 200 или 250 мм, которая, разру-

шаясь при определенном давлении, выпускает газ и масло наружу, не допуская деформации бака. Основными элементами реле давления, размещаемого на внутренней стороне крышки трансформатора, являются ударный механизм и стеклянная диафрагма. При достижении определенного давления в баке ударный механизм срабатывает, разбивает диафрагму и обеспечивает тем самым свободный выход газам.

В масляных трансформаторах и трансформаторах с жидким диэлектриком и азотной подушкой без расширителя реле атмосферного давления срабатывает при повышении внутреннего давления более 75 кПа.

Трансформаторы мощностью от 1 МВ·А с расширителем, имеют также *газовое реле*, которое реагирует на повреждения внутри бака (электрический пробой и изоляции, витковое замыкание, местный нагрев магнитопровода), сопровождающиеся выделением газа или резким увеличением скорости перетекания масла из бака

в расширитель. Выделение газа происходит в результате разложения масла и других изоляционных материалов под действием высокой температуры, возникающей в месте повреждения. Газовое реле (рис. 13.11), устанавливаемое обычно на трубопроводе, который соединяет расширитель с баком, имеющим наклон к горизонтали от 2 до 4°, представляет собой металлический корпус (резервуар) 1, в который встроены два расположенных один над другим поплавка 12 и 15, снабженных ртутными контактами 5 и 2.

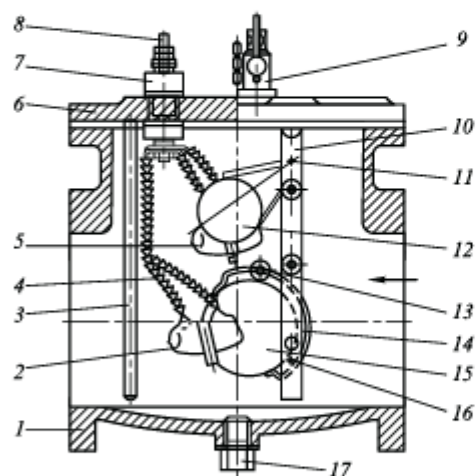


Рис. 13.11. Газовое реле ПГ-22:

1 – корпус; 2 – нижний ртутный контакт; 3 – опорный стержень для крышки; 4 – соединительный провод; 5 – верхний ртутный контакт; 6 – крышка реле; 7 – фарфоровый изолятор; 8 – зажим; 9 – кран; 10 – рамка для рабочих элементов; 11 – ось вращения верхнего поплавка; 12 – верхний поплавок; 13 – груз; 14 – скоба; 15 – нижний поплавок; 16 – ось вращения нижнего поплавка; 17 – пробка спускного отверстия

Поплавки могут поворачиваться на осях 11 и 16, опирающихся на подшипники. Нормально корпус реле заполнен трансформаторным маслом, а ртутные контакты разомкнуты. При повреждениях в трансформаторе выделяющиеся газы

поднимаются к расширителю, скапливаются в верхней части реле и вытесняют масло. Вследствие понижения уровня масла верхний поплавок опускается, вращаясь вокруг оси, ртуть в его колбочке переливается, замыкает ртутные контакты и приводит в действие предупредительную сигнализацию. При опускании нижнего поплавка замыкаются ртутные контакты, вызывающие отключение трансформатора.

При коротком замыкании в трансформаторе процесс газообразования протекает интенсивно, под действием газов масло выбрасывается в сторону расширителя, оба поплавка опрокидываются, и трансформатор мгновенно отключается.

Пробивные предохранители служат для защиты от пробоя обмоток ВН на обмотки НН. Устанавливают их на крышке бака и подсоединяют к нулевому вводу НН, а при напряжении 690 В – к линейному вводу.

При пробое изоляции между обмотками ВН и НН промежутком между контактами, в котором проложены тонкие слюдяные пластины с отверстиями, пробивается, и вторичная обмотка оказывается соединенной с землей.

Для заземления трансформаторов служит специальный заземляющий контакт с резьбой (не менее М12), расположенный в доступном месте нижней части бака со стороны обмотки НН и обозначенный четкой несмываемой надписью «Земля» или знаком заземления. Поверхность заземляющего контакта должна быть гладкой и зачищенной; заземление осуществляется подсоединением стальной шины с сечением не менее 40×4 мм.

Температура обмоток трансформаторов не должна превышать 160°C . Так как измерить непосредственно температуру обмоток весьма сложно, обычно измеряют температуру масла в баке, которая зависит от нагрузки трансформатора и температуры окружающей среды.

По нормам максимальная температура верхних слоев масла не должна превышать 95°C , но практически она даже в жаркие дни не превышает 70°C , однако при одной и той же нагрузке температура масла летом выше, чем зимой.

Для измерения температуры масла на трансформаторах устанавливаются *ртутные термометры со шкалой от 0 до 150°C* или *термометрические сигнализаторы (ТС) со шкалой от 0 до 100°C* . Последние снабжены двумя передвижными контактами, которые можно устанавливать на любую температуру в пределах шкалы. Первый контакт, включенный в сигнальную цепь, при определенной температуре масла подает сигнал, а в случае дальнейшего ее повышения второй контакт, соединенный с реле, отключает трансформатор. На трансформаторах мощностью от 6300 кВ·А устанавливаются *термометры сопротивления*.

Термосифонный фильтр (рис. 13.12) предназначен для поддержания изоляционных свойств масла и, следовательно, продления срока его службы. Он представляет собой цилиндрический аппарат, заполненный активным материалом – сорбентом (поглотителем продуктов старения масла). Фильтр присоединяют к баку трансформатора двумя патрубками и промежуточными плоскими кранами. Работа фильтра основана на термосифонном принципе: более нагретое масло верхних слоев, проходя через охлаждающее устройство, опускается вниз. Термосифонный фильтр подсоединен параллельно радиаторам, следовательно, масло проходит через него сверху вниз и непрерывно очищается. Такие фильтры устанавливаются на трансформаторах мощностью от 160 кВ·А.

Для сушки и очистки увлажненного и загрязненного воздуха, поступающего в расширитель при температурных колебаниях масла, все трансформаторы снабжаются **воздухоочистительным фильтром**.

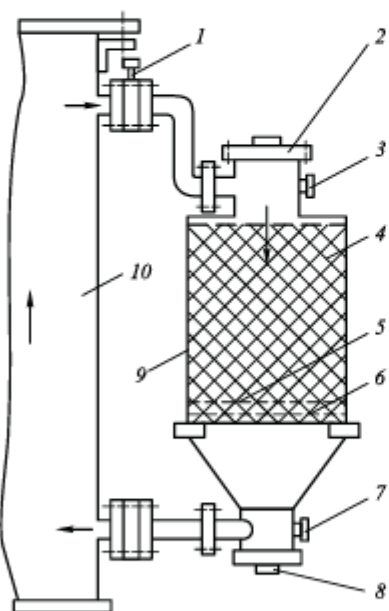


Рис. 13.12. Термосифонный фильтр:

1 – радиаторный кран; 2 – загрузочный лок; 3 – пробка с отверстием для выпуска воздуха; 4 – силикагель; 5 – сетка; 6 – дно с отверстиями; 7 – пробка для отбора пробы масла; 8 – пробка для слива масла; 9 – корпус фильтра; 10 – стенка бака трансформатора

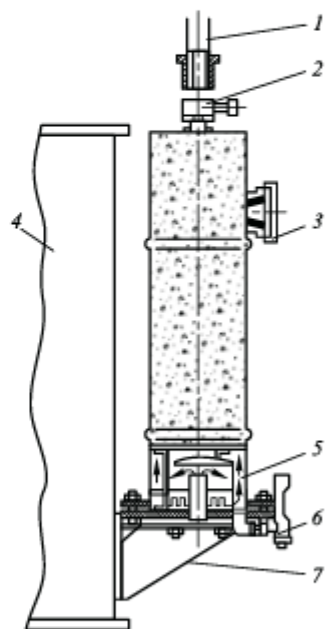


Рис. 13.13. Воздухоочистительный фильтр:

1 – дыхательная трубка расширителя; 2 – соединительная муфта; 3 – смотровое окно; 4 – бак трансформатора; 5 – масляный затвор; 6 – указатель уровня масла в затворе; 7 – кронштейн

ром – воздухоосушителем (рис. 13.13), размещенным на дыхательной трубке 1 расширителя. Воздухоосушитель представляет собою цилиндр, заполненный силикагелем. В нижней части цилиндра располагается масляный затвор 5 для очистки засасываемого воздуха, а в верхней – **патрон с индикаторным силикагелем, который при увлажнении меняет свою окраску с голубой на розовую.**