



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**для масляных распределительных трансформаторов
с устройством регулирования напряжения без возбуждения**

Power and productivity
for a better world™



1	ВВЕДЕНИЕ	3
2	ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	3
2.1	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ	3
2.2	НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ	3
2.3	ВЫСШЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ	3
2.4	ЧАСТОТА.....	3
2.5	РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ТРАНСФОРМАТОРАХ С ОТВЕТВЛЕНИЯМИ ОБМОТКИ	3
2.6	УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРЕВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	3
2.7	ТРАНСФОРМАТОРЫ С ГЕРМЕТИЧНЫМИ БАКАМИ	4
2.8	ТРАНСФОРМАТОРЫ С РАСШИРИТЕЛЬНЫМ БАКОМ.....	5
2.9	МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ БАКА	5
2.10	НАГРУЗКА ТРАНСФОРМАТОРОВ	5
2.11	СПОСОБНОСТЬ ВЫДЕРЖИВАТЬ КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ	5
2.12	ВЫДЕРЖИВАЕМОЕ НАПРЯЖЕНИЕ	6
2.13	КПД ТРАНСФОРМАТОРА (η)	6
3	УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА	6
3.1	МАГНИТОПРОВОД	6
3.2	ОБМОТКИ	6
3.3	ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ОТВЕТВЛЕНИЙ.....	6
3.4	БАК.....	7
3.5	КРЫШКА БАКА	7
3.6	РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК	7
3.7	ТРАНСФОРМАТОРНОЕ МАСЛО	8
4	ТРАНСФОРМАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И АКСЕССУАРЫ	8
4.1	КАРМАН УКАЗАТЕЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА.....	8
4.2	ДВУХКОНТАКТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА	8
4.3	ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН	8
4.4	ГАЗОВОЕ РЕЛЕ (В ТРАНСФОРМАТОРАХ С РАСШИРИТЕЛЬНЫМ БАКОМ).....	8
4.5	МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО	9
4.6	ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ КЛЕММНАЯ КОРОБКА	9
4.7	ДВУХКОНТАКТНЫЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ АКМ 47500	9
5	ТРАНСПОРТИРОВКА	9
6	ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ И ВКЛЮЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА В СЕТЬ	10
6.1	ОСМОТР ТРАНСФОРМАТОРА	10
6.2	УСТАНОВКА ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ НОРМАЛЬНОГО РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ	10
6.3	ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА И ПОДГОТОВКА К ВКЛЮЧЕНИЮ В СЕТЬ	10
6.4	ВКЛЮЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА В СЕТЬ.....	11
7	ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА	11
7.1	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА	11
7.1.1	ЧАСТОТА ОСМОТРОВ	11
7.1.2	ОБЪЕМ ПЛАНОВОГО ОСМОТРА ТРАНСФОРМАТОРА	11
7.1.3	НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ ТРАНСФОРМАТОРА.....	12
7.1.4	Шум	12
7.1.5	ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЗОВ.....	12
7.2	РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ ОТВЕТВЛЕНИЙ	12
7.3	ВЫЕМКА АКТИВНОЙ ЧАСТИ ТРАНСФОРМАТОРА ИЗ БАКА	13
7.4	ОТБОР ПРОБ МАСЛА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ.....	13
7.5	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА, НЕ НАХОДЯЩЕГОСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ...	14
7.6	В СЛУЧАЕ ПОЖАРА.....	14
7.7	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ ЧАСТОТЕ 60 Гц	14
7.8	ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	14
8	ДОКУМЕНТЫ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ ВМЕСТЕ С ТРАНСФОРМАТОРОМ	15

1 Введение

Настоящая документация описывает трехфазные, масляные, двухобмоточные, понижающие с герметичными баками или с системой свободного дыхания (оборудованные расширительным баком для масла) трансформаторы.

Трансформаторы должны устанавливаться в хорошо проветриваемых помещениях или в местах, в которых обеспечены надлежащие условия охлаждения.

Трансформаторы НЕ ДОЛЖНЫ использоваться на высоте, превышающей 1000 м над уровнем моря, за исключением случаев, когда в сопроводительной технической документации на трансформатор утверждается обратное.

Используется напряжение промышленной частоты 50 Гц.

Данный трансформатор соответствует требованиям следующих стандартов:

IEC 60076: Силовые трансформаторы

Польский стандарт PN-IEC 76-1: 1988 Трансформаторы. Общие требования.

IEC 600296: Трансформаторное масло.

Польский стандарт PN-90/C-96058: Электроизоляционное масло для трансформаторов и высоковольтных распределительных устройств.

IEC 60076-7. Руководство по нагрузке масляных силовых трансформаторов.

Другие стандарты указаны и утверждены в технической документации.

2 Технические данные

2.1 Технические характеристики трансформаторов

Технические характеристики трансформаторов приведены на заводской табличке и в заводском отчете о стандартных испытаниях.

2.2 Номинальная мощность

Мы гарантируем непрерывный режим работы трансформатора при полной нагрузке, указанной на заводской табличке, при температуре окружающего воздуха, не превышающей значение, приведенное в технической спецификации.

2.3 Высшее напряжение

Данный трансформатор может эксплуатироваться непрерывно при напряжении, превышающем не более чем на 5 % номинальное высшее напряжение, установленное на переключателе ответвлений. В этом случае мощность трансформатора не изменяется.

2.4 Частота

Номинальная частота – 50 Гц, или другое значение, если это указано и подтверждено в техническом паспорте.

2.5 Регулирование напряжения в трансформаторах с ответвлениями обмотки

Регулирование напряжения осуществляется с помощью привода переключателя ответвлений, рукоятка которого находится на крышке бака трансформатора.

Трансформаторы с несколькими первичными напряжениями оборудованы двумя такими рукоятками, одна из которых регулирует напряжение, а другая функционирует как позиционный переключатель ВН (например, 10 кВ/20 кВ). При использовании любого из переключателей ответвлений трансформатор должен быть отключен от сети!

Различные положения переключателя ответвлений означают, что в работе находится различное число витков обмотки трансформатора. Позиция «один» (1) всегда означает, что в работе находится максимальное число витков обмотки.

2.6 Условия окружающей среды и превышение температуры

Трансформаторы предназначены для работы в номинальном режиме эксплуатации при следующих условиях окружающей среды:

- температура окружающего воздуха НЕ ДОЛЖНА превышать значение, указанное в технической спецификации,

- гарантированное значение превышения температуры (максимальное превышение температуры масла и среднее превышение температуры обмотки) над температурой окружающего воздуха не должно превышать значений, указанных в технической спецификации.

В случае если температура окружающего воздуха превышает значение, указанное в технической спецификации, необходимо в той же степени уменьшить допустимое превышение температуры масла и обмоток путем уменьшения мощности трансформатора.

2.7 Трансформаторы с герметичными баками

Трансформаторы с герметичными баками полностью защищены от попадания воздуха. Системы защиты масла с расширителем и газовой подушкой не гарантируют, что трансформаторное масло не войдет в контакт с атмосферой, что будет являться причиной его ускоренного износа. Трансформаторы заполняются маслом при температуре около 20°C и очень низком, близком к вакууму, давлении. Это обеспечивает полную пропитку обмотки трансформатора маслом, тем самым воздуха в маленьких щелях между витками не остается. После герметизации давление внутри трансформатора равняется нормальному атмосферному давлению. Изменения температуры масла и, следовательно, его объема при номинальном режиме работы трансформатора вызывают либо повышение, либо понижение внутреннего давления, которое поглощается пластичными гофрированными стенками трансформаторного бака.

Ребра не будут подвержены деформации, если нагрузка трансформатора соответствует нормативам, установленным стандартом IEC 60076-7.

Производитель гарантирует исправную работу трансформатора, если во время эксплуатации (помимо других требований, содержащихся в этой технической документации) будут обеспечены следующие значения моментов затяжки:

Крутящий момент для соединений стержней					
Размер	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
Крутящий момент [Нм]	15	30	60	90	140

Крутящий момент для изоляционных болтов							
Изолятор	ВН 250 А	НН 250 А	НН 630 А	НН 1000 А	НН 2000 А	НН 3150 А	НН 4500 А
Крутящий момент [Нм]	15	15	30	75	95	110-200 (Pb80)	200
Резиновое уплотнение (испанский стандарт)				65	85	100	

Крутящий момент для сварных болтов из нержавеющей стали					
Размер	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16
Крутящий момент [Нм]	7	15	20	30	30
Трансформаторы ACEA – Италия (оригинальная прокладка с изолятором)			12	15	

Крутящий момент для других механических соединений (крышек)		
		Крутящий момент [Нм]
Крышка:	Прокладка: силикон	80
	Прокладка: Nebar	90
	Прокладка: Pb 80	90

Сливной вентиль:	Тип: Nw 22	100
	Тип: Nw 44	150
	Тип: Nw 31	130

При необходимости трансформаторы оборудуются указателем уровня масла. Трансформаторы НЕЛЬЗЯ эксплуатировать при падении уровня масла ниже отметки MIN (минимальный уровень) на шкале указателя уровня масла. Это говорит о том, что объема масла недостаточно для безопасной работы трансформатора. В этом случае необходимо незамедлительно отключить трансформатор, осмотреть трансформатор на предмет подтеков, обеспечить его герметичность и доливку трансформаторного масла. Трансформаторное масло должно быть залито при температуре окружающего воздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ через заливочную горловину, находящуюся на крышке бака.

Красная стрелка внутри прозрачного цилиндра, непосредственно присоединенная к поплавку уровнемера, является единственным указателем уровня масла. Наличие или отсутствие масла в цилиндре не является показателем уровня масла в баке (в зависимости от условий, имеющих место при заполнении трансформатора маслом, небольшое количество масла может, но не обязательно, быть затянута в цилиндр).

2.8 Трансформаторы с расширительным баком

В трансформаторах данного типа расширительный бак (дополнительный бак, установленный на крышке трансформатора) компенсирует любые изменения объема трансформаторного масла, освобождая от этой задачи ребра радиатора. Расширительный бак соединен с баком трансформатора. Это соединение делает возможным маслообмен между двумя емкостями при изменении объема. Трансформаторное масло не вступает в прямой контакт с атмосферой благодаря осушающему дыхательному клапану с силикагелем, который поглощает всю влагу из воздуха и предотвращает ее попадание в бак трансформатора. Изменение цвета силикагеля от оранжевого к светло-желтому означает его увлажнение. В этом случае, а также при промасливании, следует заменить старый силикагель новым или восстановленным силикагелем. Расширительный бак оборудуется магнитным указателем уровня масла, расположенным на боковой стенке. Трансформаторы НЕ ДОЛЖНЫ эксплуатироваться, если уровень масла падает ниже отметки MIN (минимальный уровень) на шкале указателя уровня масла. Установив и устранив причину утечки масла, необходимо добавить некоторое количество масла, чтобы его уровень поднялся выше отметки MIN (минимальный). В этом случае необходимо незамедлительно отключить трансформатор, осмотреть трансформатор на предмет подтеков, обеспечить его герметичность и доливку трансформаторного масла.

Масло может быть добавлено через заливочную горловину на крышке расширительного бака. В качестве альтернативы, масло может быть добавлено через трубку, соединяющую силикагелевый осушитель с расширителем. Перед заливкой масла данным способом эта трубка должна быть демонтирована.

2.9 Механическая прочность бака

Баки масляных трансформаторов гарантированно выдерживают без образования деформаций внутреннее давление, равное приблизительно ± 300 ГПа.

2.10 Нагрузка трансформаторов

Нагрузка трансформаторов должна осуществляться в соответствии с установленными для них стандартами.

В частности, рекомендуется соблюдать правила, содержащиеся в следующих документах:

- IEC 60076-7. Руководство по нагрузке масляных силовых трансформаторов.

2.11 Способность выдерживать короткое замыкание

Конструкция трансформаторов гарантирует, что трансформатор выдержит без каких-либо повреждений все механические и термические последствия короткого замыкания в соответствии с IEC60076 или Польским стандартом PN-IEC60076-1.

2.12 Выдерживаемое напряжение

Конструкция трансформаторов гарантирует, что трансформатор выдержит без каких-либо повреждений все виды испытательных напряжений в пределах, обозначенных в IEC60076 или Польском стандарте PN-IEC 60076-1.

2.13 КПД трансформатора (η)

$$\eta = 1 - \frac{P_o + n^2 \cdot P_{zw}}{n \cdot S \cdot \cos \varphi + P_o + n^2 \cdot P_{zw}}$$

где:

P_o - потери холостого хода в кВт

P_{zw} - потери холостого хода в кВт

S - номинальная мощность в кВА

n - коэффициент нагрузки, 1 для номинальной нагрузки

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности

3 Устройство трансформатора

3.1 Магнитопровод

Магнитопровод трансформатора изготовлен из магнитной холоднокатаной кремнистой стали с ориентированной структурой, имеющей малые потери. Стальные листы с обеих сторон покрыты керамической изоляцией. Конструкция магнитопровода оптимизирована с учетом свойств холоднокатаной стали в целях получения наилучших параметров магнитной цепи, т.е. минимальных потерь холостого хода и малой намагничивающей силы.

Магнитопровод стержневой конструкции.

3.2 Обмотки

Обмотки трансформатора изготовлены из электролитической меди или алюминия. Обмотки высшего напряжения - многослойного типа. Межслойная изоляция состоит из кабельной изоляционной бумаги, прессшпана (электрокартона) и трансформаторного масла. Обмотки низшего напряжения намотаны из фасонного провода или фольги, которые изолированы бумагой (ромбовидная клетка, diamond dot) и прессшпаном. Обмотки могут быть намотаны непосредственно на стержни магнитопровода или сердечник и спрессованы посредством верхних и нижних ярмовых стяжек.

3.3 Переключатель ответвлений

Трансформатор оборудован трехфазным переключателем ответвлений без возбуждения, обеспечивающим регулировку напряжения при отключенном от сети трансформаторе. Привод переключателя ответвлений работает синхронно на всех трех фазах, а его рукоятка-диск находится на верхней крышке трансформатора. Регулировка напряжения осуществляется посредством поворота диска переключателя ответвлений на нужную позицию. Переключатель ответвлений НЕ ДОЛЖЕН использоваться при включенном в сеть трансформаторе.

Диск переключателя ответвлений включает в себя перфорированное кольцо и блокирующие штифты, обеспечивающие правильную позицию (установку) диска после регулировки напряжения.

Трансформаторы с несколькими первичными напряжениями имеют на крышке бака две рукоятки переключения ответвлений. Одно устройство используется для выбора одной или двух установок высшего напряжения (HV), а другое позволяет производить ступенчатую регулировку напряжений.

3.4 Бак

Трансформаторы с герметичными баками имеют баки с гофрированными стенками, которые действуют подобно ребрам радиатора.

Трансформаторы с расширительным баком (т.н. «дышащие») также имеют ребра в конструкции бака.

Трансформаторный бак обладает прочной конструкцией, выдерживающей нормальную транспортировку масляного трансформатора без каких-либо повреждений в результате вибраций.

Несущая часть бака имеет приспособления для надежной фиксации трансформатора во время транспортировки посредством синтетических бандажей или тросов высокой механической прочности.

В нижней части бака могут располагаться следующие устройства:

- сливной вентиль/вентиль для отбора проб масла
- вентиль отбора проб масла (опционально)
- рама нижней несущей части с реверсивными (90°) роликами (опционально) и заземляющими клеммами.

На раме нижней несущей части находятся отверстия для перемещения трансформатора путем волочения на короткие расстояния по ровной поверхности.

Перемещение трансформатора волочением за панели, укрепляющие гофрированные стенки бака, может повредить бак или вызвать утечку масла.

Антикоррозийное покрытие трансформатора должно быть адаптировано к внешним условиям, в которых будет эксплуатироваться устройство. Стандартная окраска обеспечивает защиту в неагрессивной среде. Для эксплуатации в промышленных, морских и др. условиях следует заказывать усиленные, гальванизированные окрасочные покрытия, выбор которых производится в индивидуальном порядке.

3.5 Крышка бака

На крышке бака трансформатора находятся следующие устройства и приспособления:

- 2 проушины для поднятия трансформатора или его активной части
- карман указателя уровня масла (в трансформаторах с герметичным баком)
- заливочная горловина для заполнения бака маслом (в трансформаторах с герметичным баком)
- карман указателя температуры масла (опционально)
- карман для устройства DGPT-2 (опционально)
- соединительная трубка для соединения с расширителем (в трансформаторах с расширительным баком)
- вводы высокого и низкого напряжения
- клемма(-ы) заземления (опционально)

3.6 Расширительный бак

Расширительный бак представляет собой емкость цилиндрической формы.

Расширительный бак расположен горизонтально над крышкой бака трансформатора. В некоторых трансформаторах трубка, соединяющая баки расширителя и трансформатора, может быть оборудована газовым реле.

На боковой стенке расширительного бака для контроля уровня масла в трансформаторе находится магнитный указатель уровня масла.

Заливная горловина для заполнения маслом находится в верхней части расширительного бака.

Горловина может быть либо плотно закрыта крышкой, либо к ней может быть присоединена трубка, ведущая к силикагелевому осушителю воздуха, через который давление внутри трансформатора уравновешивается с внешним давлением.

Расширители, имеющие только уплотнительную крышку, оснащены встроенным силикагелевым осушителем, а впускной воздушный клапан осушителя расположен в нижней части расширительного бака.

В качестве альтернативы, расширительный бак может быть оборудован вентилем маслослива для удаления осадка или накопившейся влаги.

3.7 Трансформаторное масло

Трансформаторы заполнены минеральным маслом, не содержащим ПХБ (полихлорвиниловые дифенилы). Перед заполнением масло проходит очистку и осушается для обеспечения необходимых электроизоляционных свойств. Значение пробивного напряжения в образце прошедшего обработку нового трансформаторного масла должно составлять не менее 45 кВ/2.5 мм в системе, определяемой соответствующими нормами (для трансформатора в эксплуатации значение пробивного напряжения должно быть не менее 35 кВ). В случае, если замеренная величина пробивного напряжения ниже установленного показателя, необходимо провести регенерацию масла путем фильтрования или аналогичного метода.

В соответствии с требованиями Заказчика трансформатор может быть заполнен маслом другого типа, что должно быть согласовано и утверждено в технической документации.

4 Трансформаторное оборудование и аксессуары

Просим обратиться к технической спецификации трансформатора и габаритному чертежу для получения полного списка установленных аксессуаров и дополнительного оборудования.

4.1 Карман указателя температуры масла

В случае необходимости, трансформатор может быть оборудован карманом указателя температуры масла, позволяющим подключить контактный термодатчик. Данный карман не имеет связи с баком трансформатора, поэтому после его открытия не возникает опасности утечки масла. Для корректного измерения карман должен быть наполовину заполнен трансформаторным маслом. Неиспользуемый карман должен быть герметично закрыт для предотвращения попадания в трансформатор воды или воздуха. В случае отсутствия герметизации, при температуре ниже 0°C, карман может быть поврежден расширяющимся льдом.

4.2 Двухконтактный указатель температуры масла

Указатель оборудован двумя переключающими контактами, которые могут быть подсоединены к цепям управления и сигнализации. Переключающие контакты предназначены для напряжения 250 В постоянного или переменного тока. Соответствующая цепь сигнализации или отключения замыкается, когда указатель (стрелка) пересекает заранее установленное (регулируемое пользователем) значение на шкале указателя.

Температурный диапазон указателя 0 °C - 120 °C. Температурный датчик, погружаемый в карман с маслом, имеет длину 140 мм, размер резьбы R³/₄ или R1. Диаметр трехфазного электрического кабеля по внешней изоляции составляет 16 мм. Зажимы для подключения электрического кабеля 6x1-2,5 мм².

Уставки указателя:

- 95 °C – сигнализация – при достижении этой температуры эксплуатирующая организация должна провести анализ условий работы трансформатора, уменьшить нагрузку или обеспечить дополнительное охлаждение.
- 105 °C - отключение – при достижении этой температуры необходимо незамедлительно выключить трансформатор и провести анализ причин перегрева.

4.3 Предохранительный клапан

Установленное значение избыточного давления предохранительного клапана – 0,030 – 0,035 МПа (0,3 - 0,35 атм).

4.4 Газовое реле (в трансформаторах с расширительным баком)

Устройство газового реле состоит из двух поплавков и двух контактов для сигнализации и отключения. Реле устанавливается на трубке, соединяющей бак трансформатора и расширительный бак.

Стрелка на крышке реле должна указывать в сторону расширительного бака.

Сигналы реле:

- скопление газа - сигнализация
- внутреннее короткое замыкание в трансформаторе - отключение

Характеристики электрической системы реле:

- номинальное напряжение 24 – 240 В переменного или постоянного тока
- номинальная сила тока – 0,5 А
- отключающая способность контактов - 2 А переменного или постоянного тока

4.5 Многофункциональное защитное устройство

R.I.S. является универсальным многофункциональным защитным устройством. Оно имеет следующие функции:

- **ДАВЛЕНИЕ**
 - Реле давления замыкает / размыкает цепь в диапазоне давления от 100 до 500 мбар.
- **ТЕМПЕРАТУРА**
 - Указатель температуры масла – индикация температуры масла и достижения максимальной температуры.
 - Термостатический переключатель «Т2» (сигнализация) – замыкает / размыкает цепь при достижении заранее установленного значения температуры (от 30 °С до 120 °С).
 - Термостатический переключатель «Т1» (отключение) – замыкает / размыкает цепь при достижении заранее установленного значения температуры (от 30 °С до 120 °С).
- **УРОВЕНЬ МАСЛА:**
 - Указатель – индикация незначительного изменения уровня масла.
 - Датчик – обнаружение значительных колебаний уровня масла, замыкает / размыкает электрическую цепь.
- **ГАЗООБРАЗОВАНИЕ:**
 - Датчик – замыкает / размыкает цепь при достижении максимального объема газа (max. 170 см³).

Запрещается демонтаж верхнего, герметично закрытого вентиля без серьезной причины. Это представляет опасность разгерметизации трансформатора и попадания воздуха внутрь бака.

4.6 Вспомогательная клеммная коробка

Внутри вспомогательной клеммной коробки находится схема соединений, поясняющая, как должны быть подключены внешние приборы управления.

4.7 Двухконтактный датчик давления АКМ 47500

Рекомендуемые значения избыточного давления: 0,030 - 0,035 МПа (0,3 - 0,35 атм).

Диаметр кармана датчика АКМ: R 3/8".

5 Транспортировка

Трансформаторы доставляются покупателю в полностью собранном и готовом к эксплуатации виде.

Транспортировка трансформаторов может осуществляться по железной дороге, автомобильным или другими видами транспорта, обеспечивающими соблюдение необходимых стандартов.

Во время транспортировки трансформаторы должны быть надежно и прочно закреплены в вертикальном положении во избежание любых смещений. На днище трансформатора находятся небольшие проушины, предназначенные для тросов или крепежных ремней.

6 Пусконаладочные работы и включение трансформатора в сеть

6.1 Осмотр трансформатора

После доставки трансформатора в обязательном порядке необходимо произвести следующие действия:

- Визуальный осмотр для определения любых возможных повреждений при транспортировке (треснувшие вводы, помятая стенка бака и т.д.).
- Проверка уровня трансформаторного масла; при необходимости произвести доливку масла через заливочную горловину, расположенную на крышке расширительного бака. Добавляемое масло должно быть того же типа, что и масло, находящееся в трансформаторе.
- Очистить все металлические элементы, устраняя антикоррозийную смазку, особенно с зажимов и болтов вводов и клемм заземления.
- В случае небольших утечек, устраните их, затянув соответствующие винты и болты.

6.2 Установка трансформатора для нормального режима эксплуатации

Установка трансформатора должна производиться следующим образом:

- Вес трансформатора должен равномерно распределяться по всем точкам опоры.
- Все индикаторы должны быть видны или легко достигаемы.
- Трансформаторы с расширительным баком должны устанавливаться так, чтобы сторона с расширителем была бы немного приподнята, тем самым обеспечивая угол в $1^\circ \div 2^\circ$ между основанием трансформатора и полом.

6.3 Подключение трансформатора и подготовка к включению в сеть

После установки трансформатора необходимо произвести следующие действия:

- Надежно закрепить трансформатор для предотвращения любых смещений.
- Подключить кабели заземления.
- Проверить коэффициент трансформации во всех положениях переключателя ответвлений. Для этого необходимо подать напряжение 3х380 В на сторону ВН и произвести ряд замеров на стороне НН при разных положениях переключателя ответвлений (рекомендуется).
- Измерить эффективные сопротивления обмоток ВН и НН на каждом положении переключателя ответвлений. Измеренные значения должны быть равны (с погрешностью $\pm 5\%$) для всех трех фаз (рекомендуется).
- Установить рукоятку-диск переключателя ответвлений в положение, необходимое для установленного режима работы трансформатора.
- Подсоединить кабели ВН к вводам ВН.
- Подсоединить кабели НН к вводам НН, произвести подключение кабелей к изоляторам НН, контактные поверхности должны быть чистыми и ровными для обеспечения малого переходного сопротивления, болтовые соединения вводов должны быть затянуты динамометрическим ключом с обеспечением моментов затяжки:
 - M12 – 25 Нм.
 - M20 – 40 Нм.
- Нагрузка на изоляторы подключенных сборных шин и кабелей не должна превышать 0,3 кН.
- Крепления сборных шин и кабелей к изоляторам НН должны обеспечивать значение изгибающей силы, не превышающее 2 кН.

- Проверить сопротивление заземления.
- Подключить провода питания к сигнальным и защитным устройствам.
- Произвести осмотр трансформатора и его оборудования.
- Произвести контрольное измерение изоляции обмоток трансформатора с подключенными кабелями при разземленных нулевых точках «звезды».
- Проверить правильность выбора и подключения устройств для защиты от перенапряжения и короткого замыкания трансформатора.

6.4 Включение трансформатора в сеть

Перед включением трансформатора в сеть, удостоверьтесь в следующем:

- была ли произведена проверка всех приборов, связанных с функционированием трансформатора,
- соответствуют ли все параметры трансформатора местной энергосистеме.
- подайте номинальное напряжение на вводы ВН и оставьте трансформатор в режиме холостого хода (с нулевой нагрузкой) на 60 минут. Лишь после этого можно нагружать трансформатор до максимально допустимого значения, указанного в заводской табличке.
- измерьте напряжения НН (фазные и линейные) до и после подключения нагрузки. Разница в значениях различных фаз не должна превышать 1%.

Примечание! В случае активизации функции отключения в любом из защитных устройств, трансформатор не должен включаться повторно до тех пор, пока не будет установлена причина отключения.

7 Эксплуатация и техническое обслуживание трансформатора

7.1 Эксплуатация трансформатора

7.1.1 Частота осмотров

Частота осмотров предписана нормативными документами в области электроэнергетики страны, в которой производится эксплуатация трансформатора, но производитель рекомендует проводить осмотр по крайней мере каждые 12 месяцев.

7.1.2 Объем планового осмотра трансформатора

Во время осмотра настоятельно рекомендуется обратить особое внимание на следующие моменты:

- показания всех счетчиков и измерительных приборов,
- уровень масла на момент проверки - указатели уровня масла,
- температура трансформаторного масла – указатель температуры масла, установленный на крышке бака трансформатора,
- нагрузка на трансформатор (значение тока)
- состояние вспомогательных устройств,
- состояние вводов,
- состояние всех присоединений, ведущих к защитным устройствам, а также состояние самих защитных устройств,
- внешние условия, обращая особое внимание на температуру окружающего воздуха.

Также необходимо обратить внимание на:

- состояние контактных поверхностей вводов,
- любые отклонения в характере шума, производимого трансформатором,
- следы утечки масла под трансформатором.

Примечание! Во время осмотра необходимо соблюдать все необходимые правила безопасности.

В случае, если трансформаторы оборудованы кожухами, следует также проверить состояние элементов, находящихся внутри кожухов.

Недостаточная степень затяжки, вызывающая небольшие утечки (при условии, что указываемый уровень масла – выше минимального) не вызывает ухудшения параметров масла в баке. После устранения причины утечки необходимости проводить контрольные испытания масла нет.

7.1.3 Неисправности в работе трансформатора

В случае любых повреждений или помех, препятствующих нормальному режиму работы трансформатора, необходимо выключить трансформатор и произвести экстренный осмотр. Типичные причины, требующие таких действий, представлены ниже:

- утечка/потеря масла,
- любые отчетливо заметные повреждения вводов,
- любые легко ощутимые изменения в уровне шума, создаваемого трансформатором,
- чрезмерный нагрев соединительных кабелей,
- значение температуры на указателе температуры масла на крышке бака выше допустимого значения, равного приблизительно 105 °С.

7.1.4 Шум

Если уровень шума работающего трансформатора является важным параметром при эксплуатации (например, трансформатор установлен неподалеку от жилых домов, офисов и т.д.), подрядной организации следует определить верхний предел шума, издаваемый трансформатором.

Субъективное впечатление высокого уровня шума во время работы трансформатора не может служить основанием для претензий. Схожие приборы могут отличаться в уровне издаваемого шума, поэтому такое сравнение также может оказаться недостаточным. Единственно надежным измерением является измерение, произведенное в профессиональной звуконепроницаемой камере.

7.1.5 Выделение газов

Несмотря на то, что выделение газов в трансформаторах случается редко, это – опасный феномен. Оно основано на медленном выделении горючего газа, в основном водорода, в результате частичного выброса масла или другого изоляционного материала. Образовавшаяся в верхней части бака газовая подушка вызывает уменьшение уровня масла и повышение давления в баке. Характерно систематическое уменьшение уровня масла без возникновения явной утечки. Рекомендуется незамедлительно уведомить об этом случае производителя трансформатора или уполномоченную обслуживающую организацию.

7.2 Регулирование напряжение с использованием переключателя ответвлений

Необходимо убедиться, что ни при каких условиях напряжение, подключенное к трансформатору, не превышает допустимой величины, т.е. 105 % от величины, указанной на заводской табличке, при любом заданном положении переключателя ответвлений. Для того, чтобы изменить высшее напряжение, следует произвести следующие действия, соблюдая порядок очередности, представленный ниже:

- отсоединить все кабели, ведущие ко вводам ВН и НН,
- заземлить обмотки, как ВН, так и НН,
- установить переключатель ответвлений в требуемое положение путем поворота рукоятки-диска, расположенной на крышке бака трансформатора,
- повторно включить трансформатор.

7.3 Выемка активной части трансформатора из бака

В течение гарантийного периода и без предварительного согласия производителя покупатель не должен изменять, заменять или изымать любые части или элементы трансформатора.

В случае обнаружения каких-либо неисправностей во время предварительного осмотра или испытаний, возможно, для определения причины неисправностей потребуется выемка активной части. Это может быть сделано только с согласия производителя.

При возникновении подозрений, что в баке трансформатора произошло скопление газов (под крышкой), не должны проводиться никакие электрические измерения. Они могут вызвать за собой искру и тем самым взрыв скопившихся газов. Измерения могут производиться, когда активная часть трансформатора поднята из бака.

Для того, чтобы вынуть активную часть трансформатора из бака, необходимо соблюдать следующую последовательность действий:

- отсоедините все кабели, ведущие ко вводам ВН и НН,
- слейте приблизительно $\frac{1}{4}$ всего количества масла в баке через вентиль слива масла (в трансформаторах с расширительным баком слейте все масло из расширительного бака),
- разберите и снимите клеммный шкаф и расширительный бак,
- отсоедините все кабели, ведущие к дополнительным аксессуарам, оборудованию и защитным устройствам,
- отвинтите крепежные гайки и болты на крышке,
- поднимите активную часть трансформатора из бака за проушины на крышке,
- подождите немного, чтобы лишнее масло стекло с активной части; установите ее в сухом и чистом месте.

Слитое масло должно храниться в чистом и герметично закрытом контейнере. Активная часть трансформатора должна быть заново погружена в масло в течение 8 часов. В случае, если это время превышено, необходимо просушить трансформатор. Цикл просушки длится приблизительно 70 часов при температуре 80 – 90 °С. После высыхания, активная часть должна быть пропитана маслом.

7.4 Отбор проб масла для испытаний

Когда следует брать образцы масла?

- перед вводом в эксплуатацию (для трансформаторов с расширительным баком),
- периодически во время эксплуатации (для трансформаторов с расширительным баком),
- при любых обстоятельствах, указывающих на возможность повреждений трансформатора и особенно в случае, если сработали защитные устройства.

Трансформаторы с герметичным баком не требуют отбора проб масла в нормальных условиях работы. При определенных обстоятельствах, например, при низкой температуре воздуха, отбор проб может вызвать нарушение герметичности бака, тем самым, становясь причиной попадания внутрь воздуха, содержащего влагу. Такая воздушная подушка может быть причиной частичного разряда и в результате – газообразования.

Отбор проб масла должен быть произведен только при возникновении подозрения о внутреннем повреждении активной части.

Для отбора проб используйте соответствующий вентиль, расположенный на нижней части бака трансформатора.

Во время отбора проб совершенно необходимо, чтобы все инструменты и емкости были чистыми. Трансформаторное масло является гигроскопическим веществом, которое необходимо предохранять от контакта с влагой. Настоятельно рекомендуется хранить пробы масла в герметически закрытом сосуде в любых условиях.

7.5 Техническое обслуживание трансформатора, не находящегося в эксплуатации Просим Вас обратить внимание на следующее:

- трансформаторы, не находящиеся в эксплуатации, должны проходить то же техническое обслуживание, что и трансформаторы, находящиеся в эксплуатации,
- трансформатор не должен подвергаться разборке,
- проверяйте уровень масла по меньшей мере каждые шесть месяцев,
- производите визуальный осмотр по крайней мере раз в год,
- измерение сопротивления изоляции и анализ масла производятся в те же сроки, что и для трансформатора, находящегося в эксплуатации,
- обеспечьте защиту хрупких частей и элементов,
- на все металлические электрические зажимы нанесите защитный слой антикоррозийного покрытия,
- ограничьте доступ посторонних лиц к трансформатору.

7.6 В случае пожара

В случае пожара трансформатора или пожара в непосредственной близости от него, трансформатор должен быть отключен от сети, а соответствующие пожарные службы извещены в соответствии с законом в Вашей стране. В дополнение к официальным инструкциям, необходимо:

- присоединиться к пожаротушению, применяя доступное оборудование,
- известить аварийные службы об общей ситуации на месте пожара,
- попытаться освободить все пути доступа к месту пожара от любых препятствий, которые могут препятствовать прибытию аварийных служб,
- по прибытии аварийных служб предложите свою помощь высшему должностному лицу.

Помимо традиционных огнегасящих веществ в этом руководстве также приводятся следующие средства для защиты трансформаторов от пожара:

- ручные огнетушители или стационарные углекислотные огнетушители,
- углекислотные огнетушители на тележках,
- порошковые огнетушители,
- песок в деревянных ящиках или бетонных поддонах,
- асбестовая термоизоляция.

Тип и качество ручных средств огнетушения определяется службой пожарной охраны.

7.7 Эксплуатация трансформатора при частоте 60 Гц

Если трансформатор с номинальной частотой в 50 Гц подсоединен к сети частотой 60 Гц, потери или напряжение пробоя будут изменяться следующим образом:

Номинальная мощность 100%

Потери холостого хода на 80-85%

Потери при нагрузке на 100%

Внутреннее сопротивление на 115-120%

7.8 Параллельная работа трансформаторов

Условия параллельной работы трансформаторов:

- идентичная векторная группа,
- первичное и вторичное напряжения холостого хода одинаковы,

- сопоставимые номинальные мощности (коэффициент трансформации не более, чем 3:1),
- сопоставимые значения напряжения короткого замыкания (разница между их средними значениями не более, чем +10%).

8 Документы, предоставляемые вместе с трансформатором

- технические характеристики, указанные в заводской табличке,
- отчет о заводских испытаниях,
- руководство по эксплуатации и техническая документация,
- чертеж с размерами (для нестандартных трансформаторов),
- руководства ко всем аксессуарам и защитным устройствам (если таковые предоставляются соответствующими производителями),
- схемы подключения трансформатора и его элементов (в том числе для вспомогательной клеммной коробки, если она установлена).

Производитель: ABB Sp. z o.o.

Адрес: Distribution Transformers Division
 Branch office in Łódź
 ul. Aleksandrowska 67/93
 91-205 Łódź Poland

Телефон: +48 42 2993000

Факс: +48 42 2993232

2010-02