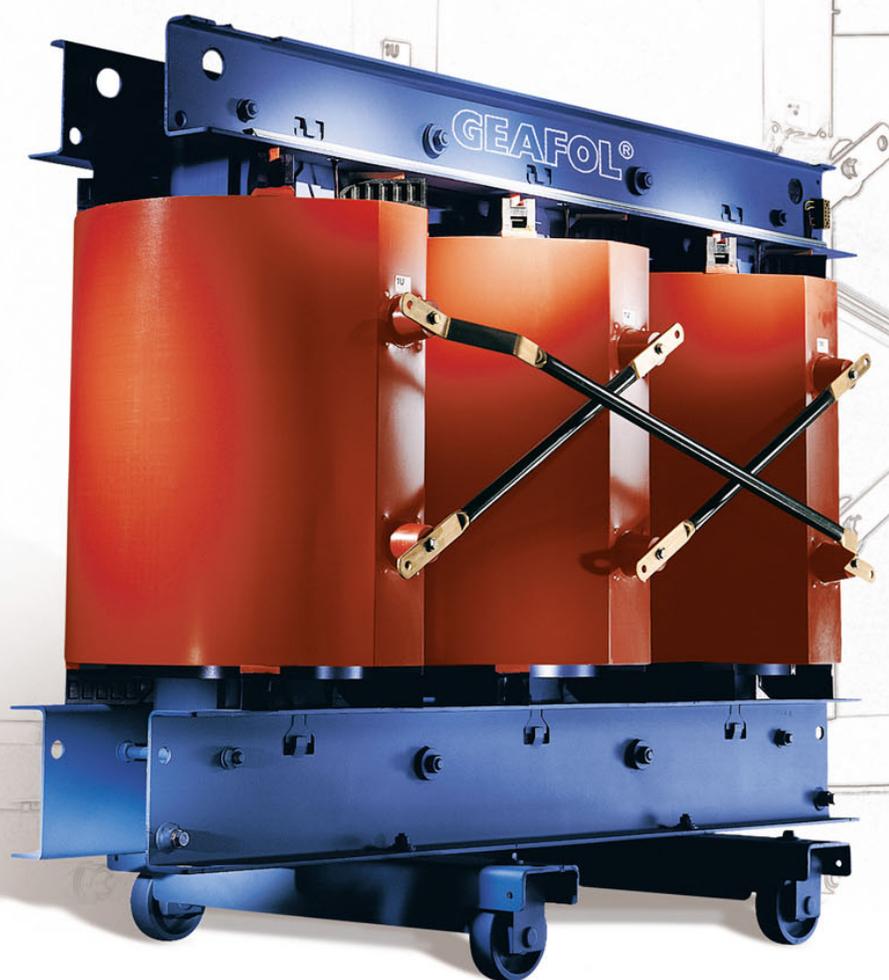


SIEMENS

Трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEA FOL

Руководство по эксплуатации



Содержание

Область действия Руководства

Применение

Область действия 2
Применение 2

Описание 3
Сердечник 3
Катушки обмотки 3
Изоляция 3
Опорный каркас 3

Монтаж 4
Разгрузка, транспортировка, распаковка, обследование, чистка, хранение 4
Установка 4
Корпус 4
Минимальные расстояния 5

Присоединения 6
Подготовка контактных поверхностей 6
Виды винтовых соединений 6
Соединительные материалы 7
Контактное нажатие 7
Заземление 7

Пуск в эксплуатацию 8

Контроль температуры 8
Общие положения 8
Описание 8
Монтажная схема 8
Схема включения расцепителя 9
Технические характеристики 9

Рекомендации по выполнению очистки и контролю 10

Очистка трансформаторов 10
Способ очистки 1 10
Способ очистки 2 10
Контроль моментов затяжки винтовых соединений 10
Контроль устройств предупредительной сигнализации 10
Контроль пристроенных вентиляторов дутьевого охлаждения 10
Защитный корпус 10

Неисправности 11
Указания 11

Настоящее Руководство по эксплуатации распространяется на все трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL в трехфазном или однофазном исполнении, включая все специальные трансформаторы (как, например, трансформаторы для выпрямительных цепей и трансформаторы для создания искусственной нулевой точки в трехфазной сети).

Трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL целесообразно применять особенно на тех объектах, где по условиям среды (например, в связи с ограничениями по условиям пожарной безопасности и защиты от грунтовых и подземных вод) применение трансформаторов с жидким диэлектриком связано с высокими дополнительными затратами (речь идет, например, об административных и общественных зданиях, где возможны скопления людей – таких, как, торговые центры, станции метрополитена, спортивно-массовые комплексы, а также о таких объектам, как насосные станции и районы водосбора). Помимо этого, трансформаторы с эпоксидной изоляцией находят все более широкое применение в промышленности, а именно на подстанциях в центре нагрузок сети (для питания больших сосредоточенных нагрузок) и на **подстанциях питания электропотребителей**. Применение трансформаторов с эпоксидной изоляцией GEAFOL на этих подстанциях позволяет получить экономию затрат на устройство маслоприёмников и меры противопожарной защиты. Кроме того, трансформаторы с эпоксидной изляцией отличает простота и удобство перебазирования с одного места на другое.

Ответвления обмотки высшего напряжения (эти ответвления могут располагаться также и на стороне ввода высшего напряжения)

Ввод низшего напряжения

Подключение нулевой точки низшего напряжения 2N

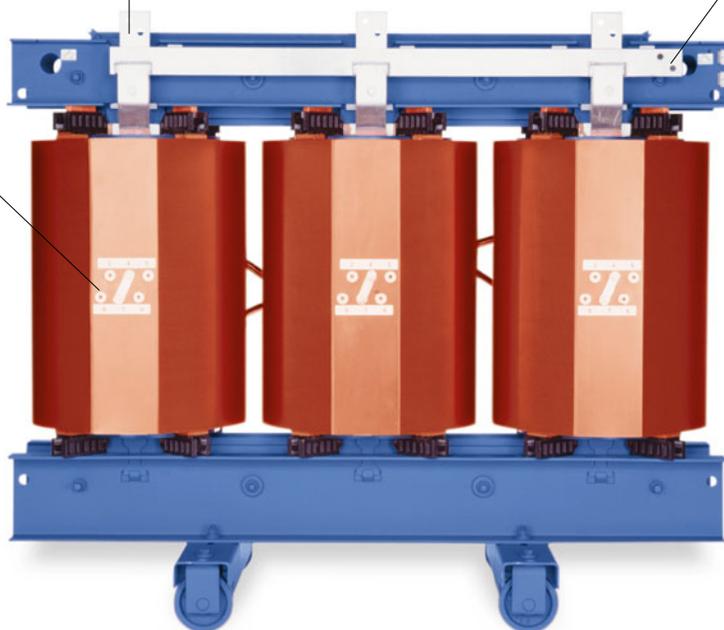


Рис. 1
Трансформатор с эпоксидной изоляцией GEAFOL, мощностью 630 кВА, 10±2 x 2,5%/0,4 кВ
Вид со стороны низшего напряжения

Описание

Сердечник

Для изготовления ферромагнитного сердечника применяются исключительно изолированные с обеих сторон холоднокатанные листовые стали с ориентированной зернистой структурой.

Поперечное сечение стержня и ярма магнитопровода построены по ступенчатому принципу за счет варьирования толщины листовой стали.

Крайние (внешние) стержни многостержневой магнитной системы трансформатора имеют косой срез, а средний стержень имеет стреловидный срез в месте перехода ярма.

Катушки обмотки

Обмотки высшего напряжения изготавливаются из алюминиевых полос и высококачественной изоляционной фольги. Несколько отдельных катушек (секций) обмотки соединяются последовательно, образуя одну ветвь обмотки (фазу)

многофазной обмотки), которая заливается под вакуумом литевой смолой. Выводные концы обмотки и ответвления выведены на специальные резьбовые втулки и также залиты литевой смолой. Обмотки низшего напряжения выполняются из алюминиевых полос и импрегнированной (пропитанной) эпоксидной смолой изоляционной фольги (препрег – композиционный пластик).

Изоляция

Конструкция изоляции рассчитана по результатам исследований и измерений распределения импульсного напряжения и гарантирует высокую стойкость к импульсному напряжению (отсутствие частичных разрядов при воздействии импульсов, до 2 раз превышающих величину номинального напряжения), а также нагревостойкость и механическую прочность.

Опорный каркас (остов)

Специальная конструкция опорного каркаса (конструкция из прессовых швеллеров), сконструированная с учетом специфических свойств полосовой обмотки, и эластичные распорки для крепления обмоток обеспечивают наряду с высокой стойкостью при коротком замыкании предельно низкую шумовую эмиссию.

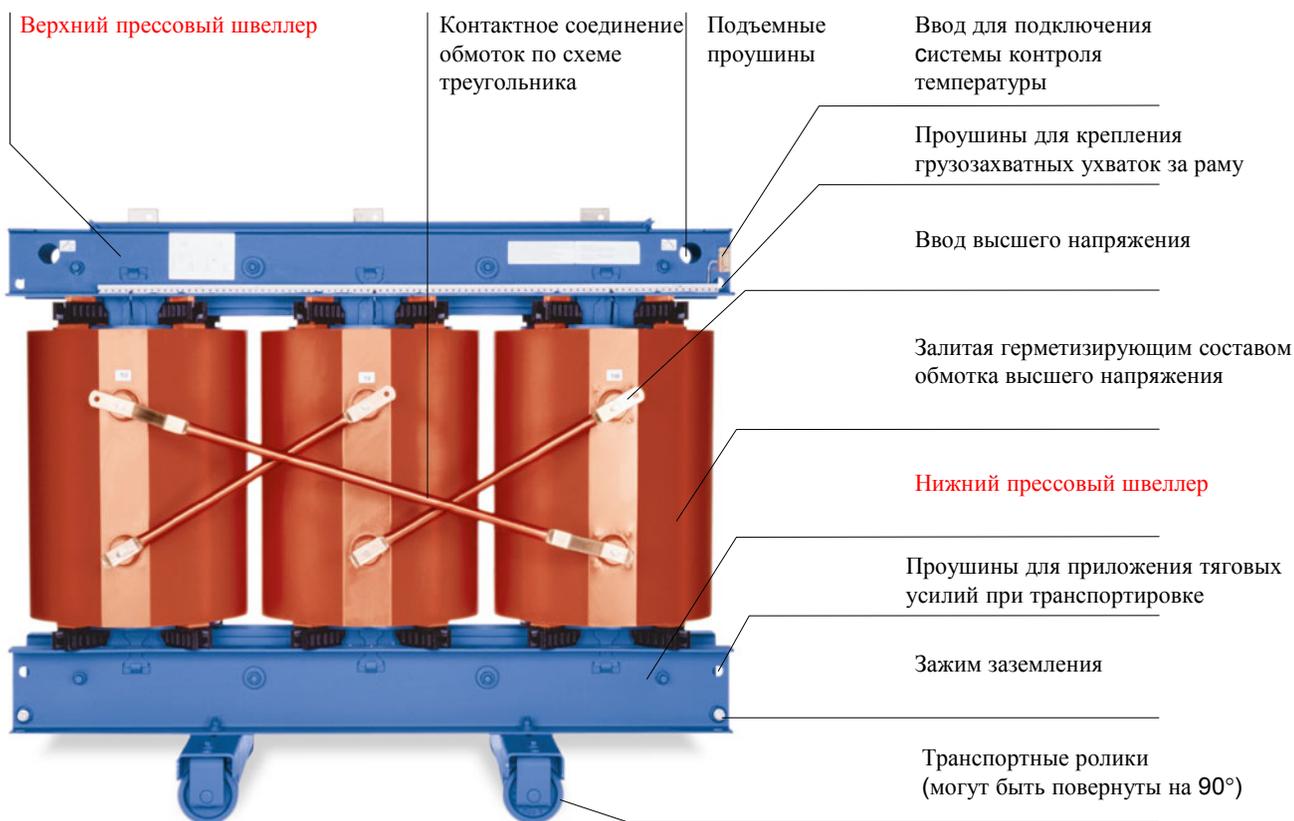


Рис. 2

Трансформатор с эпоксидной изоляцией GEAFOI, мощностью 630 кВА

10±2х2,5%/0,4 кВ

Вид со стороны высшего напряжения

Монтаж

Разгрузка, транспортировка, распаковка, обследование, чистка, хранение

Трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL поднимать и транспортировать только за предусмотренные для этих целей подъемные проушины в верхнем прессовом швеллере (смотри рис. 2). Соблюдать указания плакатов по технике безопасности на подъемных проушинах касательно прилагаемых косонаклонных усилий. При перемещении трансформатора на транспортных роликах тяговые усилия прилагать только за предусмотренные для этих целей тяговые проушины в нижних прессовых швеллерах (рис. 2) или на тележечной раме.

Категорически запрещается прилагать усилия (тянуть или толкать трансформатор) за катушки обмотки высшего напряжения или за соединительные распорки обмоток.

Применять вилочные автопогрузчики для транспортировки трансформаторов с эпоксидной изоляцией GEAFOL разрешается только с известными ограничениями. Соблюдать указания запретительных табличек, размещенных в нижней части трансформатора. Транспортировка с помощью вилочного автопогрузчика допускается только при обеспечении транспортной организацией следующих условий:

1. надежное предохранение трансформатора от опрокидывания и/или падения с транспортной платформы и
2. исключение любых повреждений расположенного между прессовыми швеллерами ферромагнитного сердечника и возможно смонтированных на трансформаторе дополнительных аппаратов (например, вентиляторов или выключателей для непосредственного присоединения заземления).

Трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL должны выгружаться и распаковываться в крытых помещениях и затем сразу же обследоваться на наличие транспортных повреждений. В случае обнаружения транспортных повреждений необходимо вместе с представителем транспортной организации, ответственной за транспортировку трансформатора, по возможности в присутствии представителя Сименс АГ установить виновного за причинение повреждений, на кого должны быть отнесены расходы по ремонту. Уведомление о выявленных транспортных повреждениях направляется через представительство Сименс также на завод-изготовитель.

Перед приемом в эксплуатацию трансформатор, при необходимости, подвергают чистке (смотри раздел „Рекомендации по чистке и контролю трансформаторов с эпоксидной изоляцией GEAFOL“, стр. 10).

Если не предполагается монтировать трансформатор немедленно, его необходимо разместить на хранение в крытом, сухом, защищенном от солнечной радиации помещении. Температура в помещении не должна опускаться ниже -25°C (если только не оговорено иное). Накрывать трансформатор пластиковой пленкой не рекомендуется по причинам образования конденсата.

Установка

Трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL предназначены для установки только в крытых, сухих и защищенных от солнечной радиации помещениях или ячейках, которые соответствуют, как минимум, степени защиты IP23.

При условии специального лакокрасочного покрытия трансформаторы GEAFOL пригодны также для наружного размещения (требуется соответствующий корпус). Необходимо обеспечить подвод достаточного количества свежего воздуха к трансформатору. Соответствующая вентиляция должна обеспечивать отвод тепловых потерь трансформатора (ок. 200 м³ свежего воздуха в час на каждый кВт мощности потерь; смотри также указания по планированию трансформаторов GEAFOL).

Кроме того, необходимо следить за соблюдением предписанных воздушных промежутков (зазоров) от наружной поверхности катушек обмотки до стен, шинопроводов, заземленных частей и пр. согласно указаниям нормативных документов по устройству электроустановок и технике безопасности.

Трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL не безопасны от прикосновения. Любые работы должны производиться только в обесточенном состоянии. При этом обязательно соблюдать соответствующие предписания.

В соответствии с применяемыми к ним нормами трансформаторы рассчитаны на эксплуатацию в следующих условиях окружающей среды (охлаждающего наружного воздуха):

- макс. температура 40°C
- среднесуточная температура 30°C
- среднегодовая температура 20°C

При нормальной эксплуатации в этих условиях обеспечивается нормальный расход срока службы.

Определяющее значение для расчетной долговечности имеет, в особенности, среднегодовая температура воздуха, а также нагрузка (коэффициент загрузки) трансформатора .

Если трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL, рассчитанные на размещение на большой высоте, монтируются в местах, расположенных выше 1000 м над уровнем моря, необходимо увеличить минимальные расстояния согласно таб. 1 на 6,25% на каждые 500 м подъема по высоте, на которые фактическая высота места размещения трансформатора превышает отметку 1000 м над уровнем моря.

Корпус

При использовании корпусов необходимо следить за тем, чтобы все винтовые соединения при монтаже были плотно затянуты для предохранения трансформатора от повреждений (например, от выпадающих гаек).

Монтаж

Минимальные расстояния

Принципиально вокруг трансформатора необходимо предусмотреть достаточные безопасные расстояния для удобства выполнения электрических присоединений и для соблюдения необходимых электрических промежутков. Минимальные расстояния для исключения электрических пробоев указаны в таб. 1, а также на схемах (рис. 3 и 4).

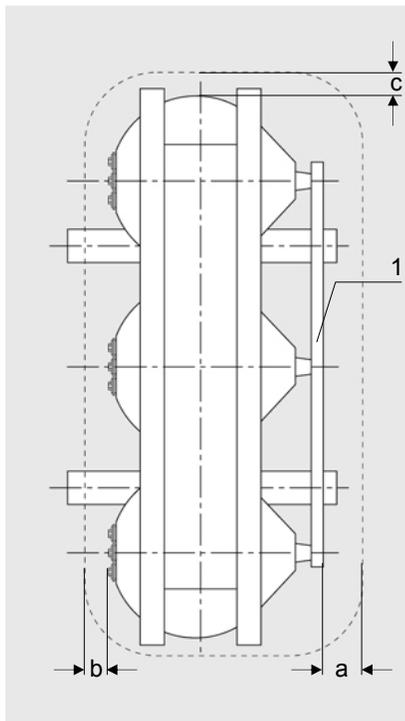


Рис. 3
Минимальные расстояния вокруг трансформаторов с эпоксидной изоляцией GEAFOL с коммутационной планкой (1)

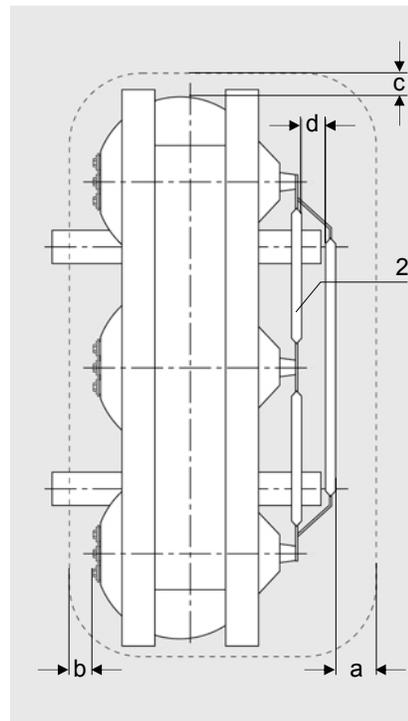


Рис. 4
Минимальные расстояния вокруг трансформаторов с эпоксидной изоляцией GEAFOL с соединительными распорками обмоток (2)

Наивысшее напряжение производственного электрооборудования $U_m^{1)}$ (действующее значение) кВ	Номинальное испытательное напряжение грозового импульса $U_L^{1)}$		Минимальные расстояния			
	Лист 1 кВ	Лист 2 кВ	a мм	b мм	c мм	d мм
12	—	75	120	*	50	40
24	95	—	160	*	80	50
24	—	125	220	*	100	70
36	145	—	270	*	120	90
36	—	170	320	*	160	110

Таб. 1

1) смотри IEC 60071

*если на этой стороне располагаются ответвления (отводы) высшего напряжения, тогда для расстояния b действительно значение, указанное в колонке a, в противном случае действительно значение колонки c.

Присоединения

Присоединения со стороны высшего напряжения выполняются на предназначенные для этого присоединительные клеммы на коммутационной планке или на контактные поверхности соединительных распорок (в случае соединения по схеме треугольник), либо на литые присоединительные патрубки заливок высшего напряжения (в случае схемы Y). При кабельном подключении необходимо следить за тем, чтобы кабели были разгружены от усилий натяжения, и были заведены таким образом, чтобы соблюдались безопасные промежутки от токоведущих частей электроустановки согласно требованиям соответствующих норм и правил. При кабельном подключении должны соблюдаться минимальные безопасные промежутки, указанные в таб. 1 и рис. 5.

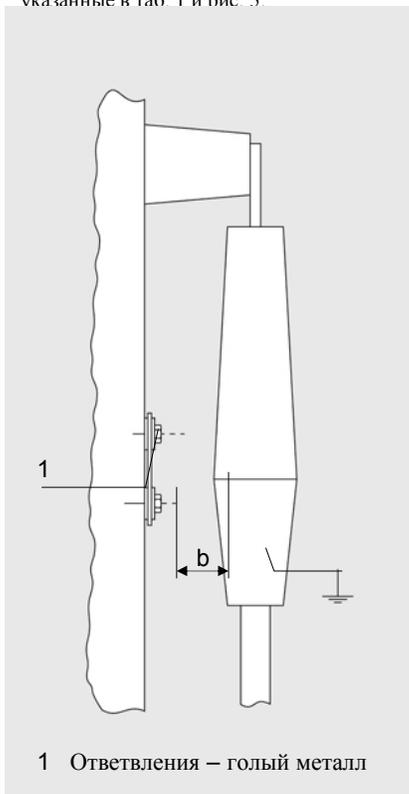


Рис. 5

Минимальные безопасные промежутки при кабельном подключении, смотри таб. 1

Присоединения со стороны низшего напряжения выполняются на предназначенные для этого алюминиевые шины (в особых случаях на медные шины). При подключении магистральных токопроводов через компенсаторные ленты необходимо соблюдать следующие правила:

Подготовка поверхности

Перед выполнением винтовых или клеммных соединений необходимо удалить невидимую тонкую, плохо токопроводящую оксидную пленку на поверхности алюминиевых контактов.

Для этого довести контактные поверхности до металлического блеска (например, с помощью проволочной щетки, зачистного камня) и смазать тонким слоем стандартной контактной смазки.

После каждого разъединения места контактирования перед повторным свинчиванием необходимо каждый раз заново проводить подготовку алюминиевой контактной поверхности.

При установке в тех производственных помещениях, где по условиям среды можно ожидать частого выпадения конденсирующей влаги, или имеет место выделение агрессивных газов, необходимо покрыть контактные медно-алюминиевые поверхности специальным защитным лаком. Лаковое покрытие должно обеспечивать полное и долговечное покрытие всей контактной зоны – в особенности контактных кромок.

Если подобные защитные меры против проникновения влаги не применяются, тогда необходимо установить между контактными поверхностями платинированную с одной стороны медью алюминиевую вставку (известна под торговой маркой „Cupal“) таким образом, чтобы ее алюминиевая сторона была обращена в сторону алюминиевого шинопровода, а медная сторона – в сторону медного ввода. Эта вставка по всем боковым кромкам должна выступать на несколько миллиметров, таким образом чтобы возможно возникающая в переходной зоне коррозия располагалась за пределами контактной поверхности. Нанесение защитного красочного покрытия на обрезные кромки этой пластины „Cupal“ позволяет в значительной степени исключить коррозию.

Луженые (т.е. покрытые оловом) присоединения могут комбинироваться с очищенными до металлического блеска медью, алюминием или посеребренными поверхностями.

Виды винтовых соединений

Пример

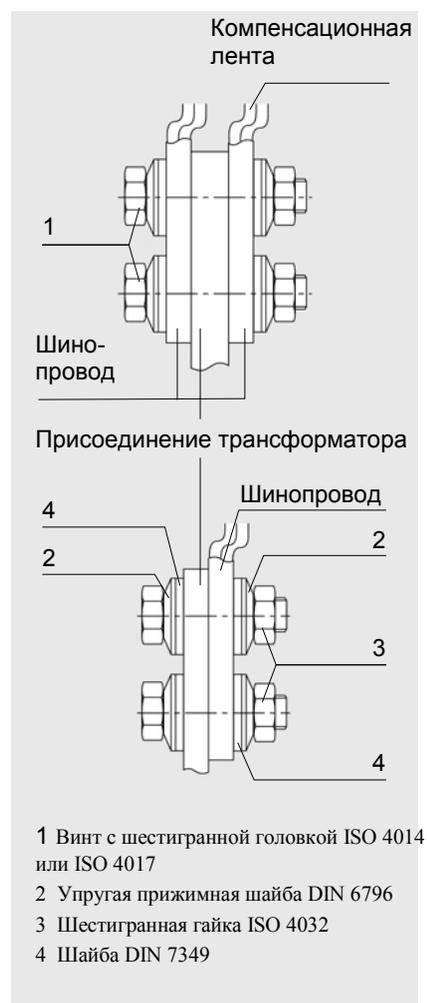


Рис. 6

Присоединение трансформатора с помощью шинопровода

Присоединения

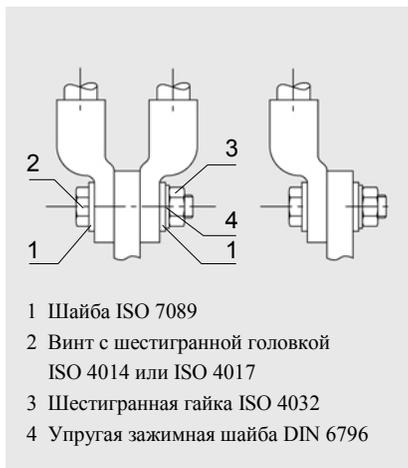


Рис. 7
Присоединение трансформатора с помощью кабельного наконечника

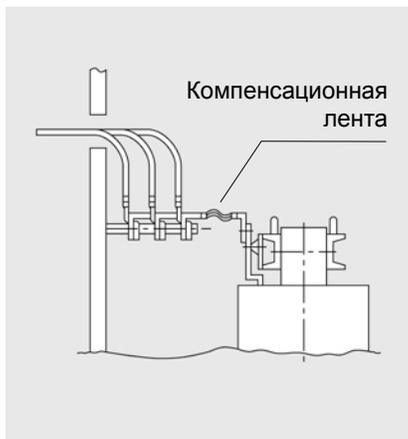


Рис. 8
Техника присоединений трансформатора с эпоксидной изоляцией GEAFOL по стандартам США

Соединительный материал

Для винтовых соединений необходимо применять части в защищенном от коррозии исполнении. Из-за более высокого коэффициента пружинной жесткости предпочтение следует отдавать винтам класса прочности 8.8.

Для передачи крепежного усилия винта на возможно большую контактную поверхность необходимо подкладывать под головку винта и гайку жесткие на изгиб шайбы. Кроме того, необходимо применять пружинные элементы, которые эластично воспринимают тепловые напряжения, компенсируют пластичные деформации и тем самым всегда поддерживают необходимое минимальное контактное давление. Обоим этим требованиям удовлетворяют упругие прижимные шайбы согласно DIN 6796, которые применяются в особенности при винтовых соединениях шинопроводов.

Контактное давление

Винты должны затягиваться с помощью динамометрического ключа или ключа с ограничением силы натяжения. Этим достигается равномерная затяжка винтовых соединений.

Для того, чтобы компенсировать осадочные явления, рекомендуется по истечении нескольких недель подтянуть винтовые соединения. При этом применять момент затяжки не выше момента затяжки при первичном монтаже.

Для затягивания не смазанных (сухих) винтовых соединений рекомендуется применять моменты затяжки, указанные в таб. 2.

Винт	Момент затяжки [Нм], в сухом состоянии
M6	10
M8	20
M10	40
M12	75
M16	140

Таб. 2
Моменты затяжки для фазовых подключений

Для этих винтовых контактных соединений применяются винты с шестигранной головкой класса прочности 8.8.

Если присоединение со стороны низшего напряжения осуществляется с помощью шинопроводов, необходимо между трансформатором и шинопроводами проложить компенсаторную ленту (гибкий присоединительный элемент). Этот компенсатор предохраняет трансформатор от механических напряжений и в значительной степени препятствует передаче корпусных шумов трансформатора. Детальные сведения о выполнении винтовых соединений шинопроводов содержатся в нормe DIN 43673.

Заземление

Необходимо следить за тем, чтобы смонтированные в дальнейшем на трансформаторе принадлежности были оборудованы необходимым заземлением. Также необходимо выполнить заземление трансформаторного корпуса согласно известных норм по устройству заземления.

Пуск в эксплуатацию

Трансформатор необходимо очистить и убедиться в отсутствии посторонних предметов (смотри также раздел Монтаж, стр. 4).

- Сверить технические характеристики, указанные на фирменной табличке трансформатора, с требованиями конкретного случая применения.
- Прикладывая момент затяжки согласно указаниям таб. 2 подтянуть все контактные соединения.
- Выставить имеющиеся соединительные накладки (перемычки) ответвлений высшего напряжения на приложенное напряжение

При включении больших трансформаторов в режиме холостого хода визуально могут наблюдаться отдельные искрообразования (в особенности в зоне сердечника и прессовых швеллеров), которые через короткое время снова исчезают. Этот эффект обусловлен физическими причинами, не влияя на безопасность эксплуатации и не является недостатком качества изготовления.

Ввиду небольшого затухания токи включения трансформаторов с эпоксидной изоляцией GEAFOL могут характеризоваться большой длительностью времени спада. Точные значения приводятся в протоколе испытаний. Эти значения необходимо учитывать при выборе предохранителей и/или уставок времени срабатывания реле.

В случае неправильных уставок защитных устройств трансформатор отключается от воздействия импульса тока включения. Это приводит к высоким перенапряжениям трансформаторных катушек и способно вызвать повреждения последних.

Система температурного контроля

Общие положения

Измерительные датчики системы контроля температуры измеряют температуру обмоток. Они защищают обмотки трансформатора от недопустимого перегрева.

Описание

Устройство полной температурной защиты в стандартном варианте исполнения трансформатора GEAFOL состоит из термометрических датчиков (трехжильные терморезисторы согласно DIN 44082) и соответствующего, подходящего к ним теплового расцепителя с позистором.

Термометрические датчики представляют собой зависящие от температуры сопротивления (с положительным температурным коэффициентом) очень малых размеров, способные почти скачкообразно увеличивать свое сопротивление при приближении к некой заданной номинальной температуре срабатывания. Это можно использовать для срабатывания либо системы предупредительной сигнализации, либо механизма отключения трансформатора.

Монтажная схема системы

Каждый трансформатор с эпоксидной изоляцией GEAFOL принципиально оснащается одной системой температурного контроля для предупредительной сигнализации и для расцепления. Для этого в каждой контролируемой обмотке монтируются два сменных температурных датчика (с положительным температурным коэффициентом).

Возможно последующее дооснащение трансформатора третьей системой (например, для управления вентиляторами). Разница номинальных температур порога чувствительности системы расцепления и системы предупредительной сигнализации составляет 20К.

Система температурного контроля

Температурные датчики включены последовательно и выведены на рейку с зажимами (для соединений проводами с поперечным сечением жил макс. 2,5 мм²) на верхнем прессовом швелере. Необходимый расцепительный прибор системы температурного контроля поставляется отдельно.

Присоединительные клеммы (контактные зажимы) температурных датчиков соединяются с расцепителем по термоустойчивой линии управления.

По желанию могут применяться и другие системы контроля температуры (например, Pt100). Уставки для соответствующего расцепителя указаны на предупредительном плакате, размещенном на трансформаторе.

Схема включения расцепителя

Тип и число вспомогательных выключателей, а также маркировка контактных зажимов указывается в Руководстве по эксплуатации расцепителя.

Технические характеристики

Расцепитель Стандартное исполнение (универсальный прибор на все напряжения)

Номинальное напряжение питающей сети U_r – AC/DC 20–250 В
Частота (AC) 40...60 Гц

Допустимое суммарное сопротивление в холодном состоянии шлейфа чувствительного элемента $\leq 1,5$ кОм

Вспомогательные выключатели:

Как минимум, 1 переключающий контакт или 1 замыкающий и 1 размыкающий контакт

Температурные датчики

Температура срабатывания температурных датчиков по DIN44082 избирается изготовителем трансформатора в зависимости от класса нагревостойкости электроизоляционного материала обмотки и желательной функции контроля.

Допуски порога чувствительности

Допуск на срабатывание всего защитного устройства составляет прим. ± 7 К.

Температура обратного включения

Температура обратного включения прим. на 6 К ниже температуры расцепления.

Допустимые температуры окружающей среды

–20 °С до +55 °С.

Рекомендации по выполнению очистки и контролю

Трансформаторы с эпоксидной изоляцией GEAFOL в целом отличаются безуходностью в эксплуатации. При эксплуатации в составе установок с повышенным пылеобразованием (например, на сталепрокатных станах), мы рекомендуем в зависимости от вида загрязнений применять способы очистки согласно таб. 3.

Параллельно с этим (с периодичностью, как правило, раз в год) необходимо контролировать винтовые контактные соединения, устройства предупредительной сигнализации, а также функциональное состояние возможно смонтированных вентиляторных устройств.

Перед началом работ по техобслуживанию трансформатор необходимо полностью отключить со всех сторон. Все клеммы необходимо закоротить и заземлить.

Очистка трансформаторов

Трансформаторы нужно чистить осушенным сжатым воздухом для того, чтобы исключить образование путей скользящего разряда или забивание каналов охлаждения. При этом особое внимание следует уделять тщательной очистке горизонтальных поверхностей и нижних опорных колодок в зоне между катушками обмотки низшего и высшего напряжения, где исходя из опыта эксплуатации могут образовываться отложения пыли.

Отложения:	Способ очистки:
Маслосодержащие	2
Углеродсодержащие	1 + 2
Металлосодержащие	1 + 2
Солесодержащие	1 + 2
Сухая пыль	1 + 2
Влажная пыль	2

Таб. 3

Способы очистки в зависимости от вида загрязнений

Способ очистки 1

Продувка сжатым воздухом, не содержащим масляных паров и воды, при макс. давлении прим. 6 бар. Для исключения риска повреждений изоляционных панелей струю воздуха в канал охлаждения между катушкой обмотки сердечника и обмоткой низшего напряжения направлять только непрямым образом. При прямой продувке снизить давление до 3 бар. Вместо очистки сжатым воздухом могут применяться также пылесосы.

Способ очистки 2

Протирка загрязненных поверхностей тряпкой, пропитанной стандартным чистящим средством на тензидной основе. По окончании очистки протереть сухой тряпкой.

Контроль моментов затяжки винтовых соединений

Вводы заземления трансформаторов, но в первую очередь, винтовые соединения всех электрических присоединений, соединительных перемычек ответвлений высшего напряжения, соединений от одной системы к другой в случае двухэтажных трансформаторов должны контролироваться с периодичностью, как правило, 1 раз в год на плотность (момент) затяжки.

Для этого необходимо проконтролировать винтовые соединения с помощью динамометрического ключа или ключа с ограничением силы натяжения согласно указаниям таб. 2.

Контроль устройств предупредительной сигнализации

Температурные датчики, встроенные в трансформаторные обмотки, электрически соединены с расцепителем. Их сопротивление увеличивается при превышении рабочей температуры, что вызывает срабатывание расцепителя.

Контроль пристроенных вентиляторов дутьевого охлаждения

Пристроенные вентиляторы должны, по возможности, с периодичностью 1 раз в год контролироваться на функциональную исправность и ходовые качества.

Защитный корпус

Защитные корпуса допускается чистить теми же способами, что применяются в отношении электрических шкафов. При этом особое внимание следует обращать на то, чтобы отверстия для входа и выхода воздуха были свободны от пыли и отложений грязи.