



Partners in Power



Трансформаторы с литой изоляцией



ResQ

Resin Quality by SGB

Итак, почему трансформаторы с литой изоляцией?

Преимущества говорят сами за себя:

Минимальный риск возгорания:

Литая изоляция не подвержена воспламенению и обладает свойствами самозатухания. Дополнительные противопожарные мероприятия не требуются. При горении изоляция не выделяет вредных и токсичных газов, поэтому опасность нанесения ущерба продуктами горения исключена.



Нет охлаждающих жидкостей:

Трансформаторы с литой изоляцией имеют естественное воздушное охлаждение. Отсутствие дополнительных охлаждающих жидкостей позволяет избежать попадания в окружающую среду вредных компонентов. Таким образом, трансформаторы с литой изоляцией более предпочтительны с экологической точки зрения.

Расширенные возможности для установки:

Трансформатор является одним из главных элементов в сети энергоснабжения и быстрота установки имеет большое значение. Трансформаторы с литой изоляцией просты в монтаже и обслуживании, что позволяет значительно снизить затраты на строительство объекта.

Возможность комплектации кожухом:

Вместо кирпичных или бетонных трансформаторных будок трансформаторы с литой изоляцией могут устанавливаться в защитные кожухи. Используя различные способы подключения, трансформатор в кожухе может подключаться к шкафам высокого и низкого напряжения, что позволяет создавать комплексные энергетические станции.



Возможность увеличения мощности:

Использование принудительной вентиляции позволяет добиться увеличения мощности до 40 %.

Высокая устойчивость к кратковременным перегрузкам:

Плотность тока в катушке трансформатора с литой изоляцией значительно ниже, чем в катушке масляных трансформаторов. Поэтому кратковременные перегрузки, например, вызванные запуском сложного оборудования преодолеваются без необходимости увеличения мощности.

Почему трансформаторы с литой изоляцией производства SGB?

SGB производит трансформаторы с литой изоляцией мощностью до 25 МВА и классом напряжения до 36 кВ. Мы предлагаем преобразовательные, распределительные и специальные трансформаторы. Имея более чем тридцатилетнюю практику проектирования трансформаторов с литой изоляцией, SGB обладает по истине мировым опытом в этом вопросе, что выражается в высоких показателях качества, например – среднее время между авариями (MTBF) превышает 1.700 лет.

Благодаря своей уникальной конструкции, трансформаторы с литой изоляцией производства SGB обладают рядом характеристик, которые, во-первых, технически выделяют их из ряда других трансформаторов с литой изоляцией, а во-вторых, делают их одним из самых надёжных и безопасных решений.

Для Вас как для потребителя это означает следующие преимущества:

- **Стойкость нашего оборудования к ударным перегрузкам по напряжению.**
- **Способность выдерживать перегрузки за счёт тепловых резервов.**
- **Стойкость к резким скачкам температуры.**
- **Гарантированный длительный срок эксплуатации.**

Подготовлено:

ResQ
Resin Quality by SGB

Более подробную информацию о свойствах трансформаторов с литой изоляцией производства SGB вы найдете на страницах 4 – 7.



Обмотка высокого напряжения

Обмотка высокого напряжения является центральным компонентом трансформаторов с литой изоляцией. В неё заложены важные технические ноу-хау компании SGB.



При этом отметим, что сердечник и обмотка низкого напряжения также имеют немаловажное значение, так как все компоненты связаны.

Одной из важных особенностей изготовления обмотки высокого напряжения является то, что провод обмотки полностью залит в капсулу из литой смолы с идеальной гладкой поверхностью. Этого можно достичь только методом вакуумного литья. Технология производства и выбор материалов, используемых SGB, отличают трансформаторы SGB от трансформаторов других производителей. Основные свойства трансформаторов SGB, позволяют достичь не только высокий уровень технической безопасности, но и безопасность Ваших инвестиций.

Reserves-equipped

Высокие тепловые резервы за счет особой конструкции обмотки высокого напряжения.

Endurance-enhanced

Эффективные каналы охлаждения гарантируют продолжительный срок службы.

Surge-proof

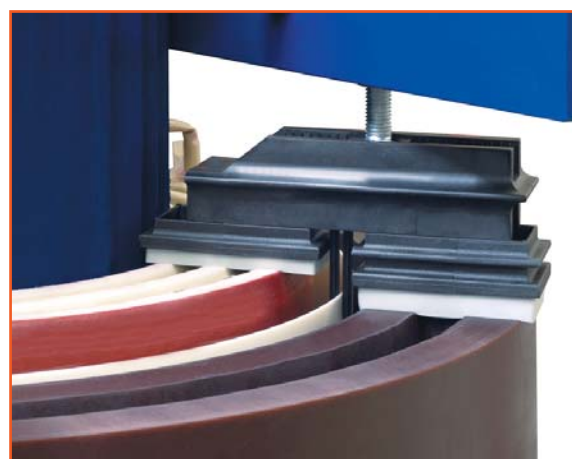
Технология двухслойной обмотки позволяет выдерживать высокие ударные напряжения.

Quantum-leap

Армирование стекловолокном конструкции катушек обеспечивает высокую надежность при транспортировке и эксплуатации даже в условиях резкого перепада температур.

Для наших клиентов эти особенности означают более высокую степень безопасности — как в отношении эксплуатации, так и в отношении принятия решений, касающихся инвестиций.

“Resin Quality by SGB”: Далее эти исключительные качества описаны более подробно.



Reserves-equipped

Перегрузки допустимы благодаря тепловому резерву

Трансформаторы с литой изоляцией производства SGB обладают преимуществами не только перед масляными трансформаторами, но и перед традиционными трансформаторами с литой изоляцией альтернативных конструкций. В подобных трансформаторах применяется стандартная намотка, в которой проводником является алюминиевая полоса, а межвитковая изоляция — тонкая плёнка.

Уровень изоляции данного типа систем соответствует классу нагревостойкости F и относится ко всей изоляционной системе без возможности увеличения резерва по тепловой перегрузке.

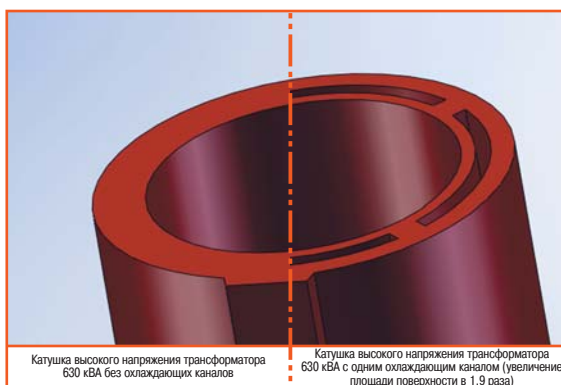
Совсем иначе обстоит дело с трансформаторами производства SGB, поскольку для двухслойной намотки SGB использует изолированный фасонный провод, первичная изоляция которого состоит либо из полиэфиримидного лака высокой нагревостойкости с температурным индексом 200° C или оплётки из Nomex, с классом нагревостойкости C и температурным индексом 220° C. Так как трансформаторы с литой изоляцией SGB рассчитываются в соответствии с классом нагревостойкости F (155° C), то первичная изоляция в следствии использования материалов с повышенным температурным индексом обладает значительным температурным резервом.

Endurance-enhanced

Гарантия продолжительного срока службы

Трансформаторы с литой изоляцией должны эффективно отдавать тепло в охлаждающий воздушный поток без превышения в катушке допустимой, для данного класса нагревостойкости изоляции, температуры. Данное требование относится как к средней температуре обмотки, так и к температуре в местах локального перегрева. При постоянном коэффициенте теплопередачи количество отведённого от катушки тепла будет определяться температурой окружающей среды и площадью охлаждающей поверхности.

В традиционных трансформаторах с литой изоляцией со стандартной сегментной намоткой катушек используются для охлаждения только внешняя и внутренняя поверхности катушки. Поэтому для улучшения охлаждения необходимо увеличить площадь поверхности охлаждения, что приводит к увеличению размеров самой катушки и соответственно всего трансформатора. Конструкция SGB с применением технологии двойной намотки позволяет создать дополнительные охлаждающие каналы внутри корпуса катушки. Таким образом достигается оптимальное и эффективное охлаждение и размеры катушки.



При одинаковом расходе материалов в трансформаторах SGB обеспечивается более равномерное распределение температуры в катушке.

Оптимизированная система охлаждения позволяет уменьшить температуру катушки высокого напряжения, и кроме того равномерно распределить температуру всего трансформатора.

Surge-proof

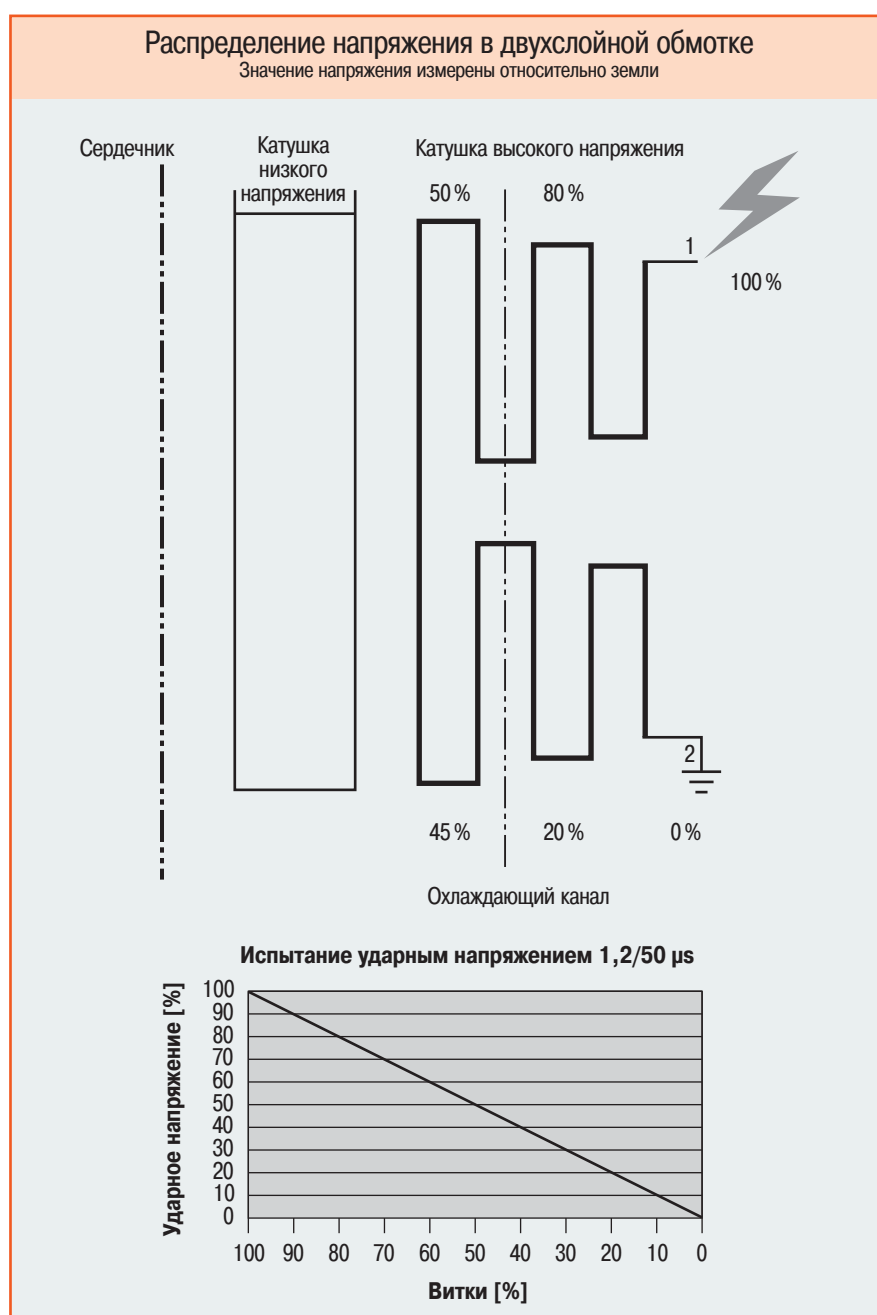
Стойкость к ударным напряжениям

Только трансформаторы SGB оснащаются катушками высокого напряжения, изготовленными методом вакуумной заливки с двухслойной обмоткой. Такая конструкция обеспечивает высокую стойкость к ударным напряжениям, возникающим, например, при ударе молнии или включении вакуумных переключателей.

- В производстве других трансформаторов непрерывная намотка является причиной неравномерного

распределения нагрузок напряжений, особенно в головной части обмоток, так как 70 % ударной нагрузки приходится на первые 30 % витков катушки. При этом значительно увеличивается риск межвиткового короткого замыкания.

- В отличие от этого двухслойная обмотка SGB гарантирует линейное распределение ударной нагрузки по всем виткам и повышает стойкость к ударным напряжениям.



Quantum-leap

Стойкость к резким скачкам температуры

Трансформаторы с литой изоляцией подвергаются воздействию значительных механических нагрузок при транспортировке и резких скачках температуры во время эксплуатации. Поэтому очень важна способность трансформаторов выдерживать подобные скачки температуры. Решающим фактором



при этом является состав компаунда катушек. Особенно важны прочность на растяжение и коэффициент температурного расширения по отношению к материалу проводника в катушке. В обычных трансформаторах с литой изоляцией компаунд состоит из эпоксидной смолы, которая более чем на 70 % смешана с минеральным наполнителем, в основном это кварцевая мука. Такой композиционный материал может иметь прочность на растяжение равной прочности растяжения эпоксидной смолы, т.е. примерно 50 Н/мм. При максимальном использовании минерального наполнителя коэффициент температурного расширения компаунда приблизительно равен коэффициенту расширения алюминия, но значительно превышает данный параметр для меди. По этой причине традиционные трансформаторы с литой изоляцией в течение десятилетий изготавливались только с алюминиевыми проводниками. С началом использования дополнительного армирования поверхности катушек стекловолокном ситуация несколько изменилась.

Совсем иначе обстоит дело с трансформаторами производства SGB. В них композиционный материал включает слои армирования стекловолокном между слоями и на поверхности, вследствие чего достигается показатель прочности на растяжение 120 Н/мм, а коэффициент температурного расширения близок к коэффициенту расширения алюминия и меди.



Трансформаторы с литой изоляцией производства SGB могут быть как с алюминиевыми, так и с медными проводниками. Заливка всегда производится в вакууме, а как следствие без «раковин». Выбранная SGB система была подвержена многим испытаниям. Литые катушки SGB с запасом выдержали испытания циклическим воздействием температуры с исходной температурой -50°C, в соответствии со стандартом IEC 60076-11 для климатического класса C2, предусматривающим исходную температуру -25°C.



Магнитопровод



Для расчета параметров сердечника трансформатора с литой изоляцией важными критериями являются потери холостого хода, уровень шума и ток холостого хода. Поэтому выбор высококачественных материалов является обязательным при изготовлении сердечников.

Для трансформаторов с литой изоляцией производства SGB используется холоднокатаная магнитная листовая сталь с ориентированной зернистой структурой и коэффициентом потерь 0,85 Вт/кг. Это позволяет добиться соответствующих требованиям величин потерь холостого хода и уровня шума. В особых случаях, например для больниц, используется так называемая сталь Hi-B, с помощью которой потери холостого хода могут быть снижены еще примерно на 15%, а уровень шума на 5-7 дБ(А).

Сами сердечники изготавливаются на современных станках для резки и шихтовки стальных пакетов, обеспечивающих высокую точность при изготовлении по схеме «step-lap», что приводит к уменьшению потерь.



Для защиты от коррозии используется термостойкий двухкомпонентный лак. Кроме отличных антикоррозийных свойств, он обеспечивает необходимую прочность сердечников, поскольку лак проникает между отдельными листами сердечника и склеивает их.

Сердечник фиксируется рамой, состоящей из верхних и нижних ярмовых балок и прилегающих непосредственно к сердечнику плоских стяжных шпилек. Шпильки изготовлены из немагнитной прокатной стали и соединяют верхнее и нижнее ярмо. Конструктивно рама выполнена таким образом, чтобы пластины сердечника были максимально защищены от нагрузок на растяжение и сжатие, ведь только при этом они сохраняют свои исключительные свойства в отношении потерь и уровня шума. Нижнее ярмо поддерживается фасонными деталями из армированного стекловолокном пластика и опирается на нижние стойки рамы, к которым могут крепиться регулируемые по двум направлениям ролики. В зависимости от требований к месту установки трансформатора можно выбрать различные виды крепления, например, дополнительные ножки, полозья, виброгасители и т.п.

Обмотка низкого напряжения



Практически всегда обмотка низкого напряжения в трансформаторах SGB выполнена из фольги. И преимущества данного факта очевидны:

- **Снижение дополнительных потерь**
- **Равномерное распределение температуры в обмотке**
- **Высокая устойчивость к коротким замыканиям**

Более 40 лет SGB производит обмотки из фольги для распределительных трансформаторов и трансформаторов с литой изоляцией. Этот обширный опыт лежит в основе таких обеспечивающих качество особенностей как:

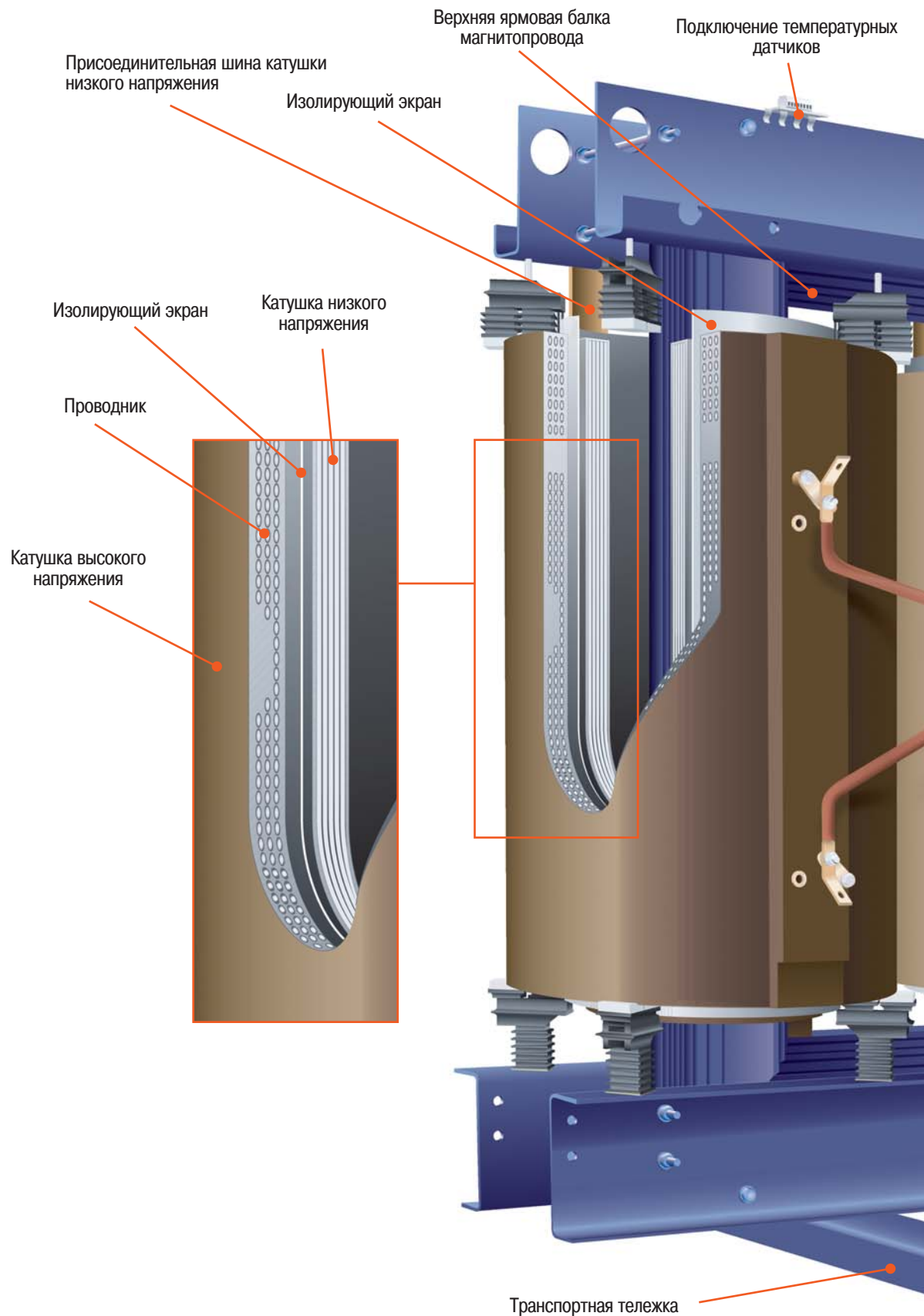
- SGB использует фольгу, обработанную на специальных валиках для обеспечения отсутствия заусенцев на кромках. Это обязательное условие для обеспечения электрической надёжности.

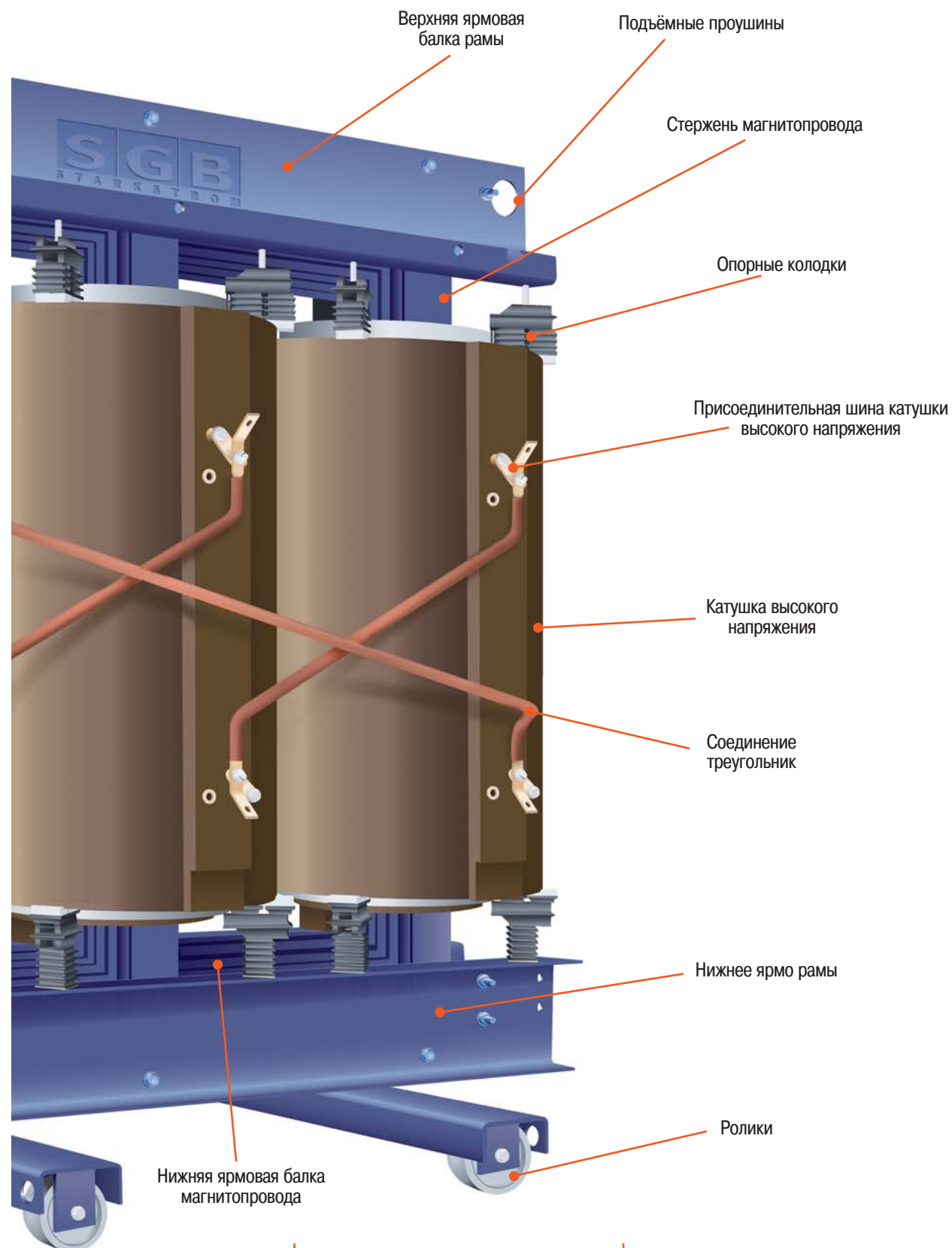


- Для соединения выводов катушки с лентой существует два распространённых метода: сварка в среде инертного газа или холодная сварка под высоким давлением (400 кН). На протяжении более чем 20 лет SGB применяет только холодную сварку. Преимущества:
 - Исключаются изменения структурных свойств проводника в результате термических процессов
 - Отсутствуют инородные тела, которые могут образовываться при сварке
- Благодаря применению многослойной изоляции «Препрег» с последующим склеиванием образуется цилиндр с прочными стенками, который выдерживает большие радиальные силы при коротких замыканиях по сравнению с другими техническими решениями.



Трансформатор с литой изоляцией – основные компоненты





Качество

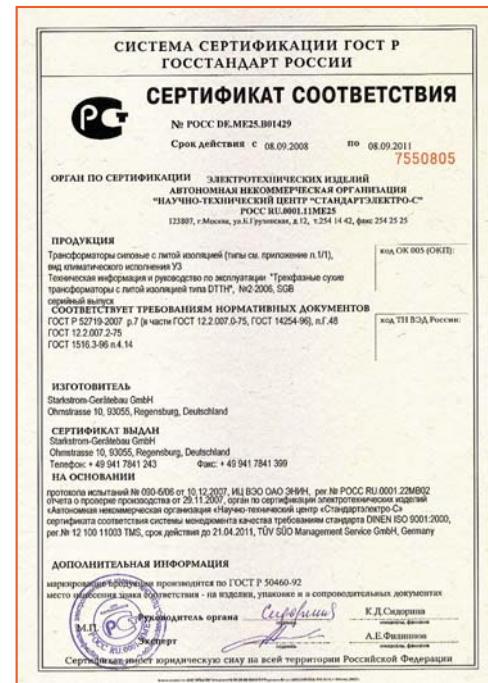
SGB производит трансформаторы с литой изоляцией более 30 лет, поэтому мы обладаем по истине бесценным опытом в этой области. Наши «ноу-хау» отражаются в исключительно высоких показателях качества, например, средняя наработка на отказ составляет 1.700 лет. Трансформаторы с литой изоляцией производства SGB соответствуют международным стандартам качества, таким как:

- Класс нагревостойкости F1
- Класс экологической безопасности E2
- Климатический класс C2

Трансформаторы SGB с литой изоляцией сертифицированы на ГОСТ Р. Вид климатического исполнения – У3 (–50°С). Производство трансформаторов с литой изоляцией SGB сертифицировано в соответствии со стандартами ISO 9001 и ISO 14001.

Мы работаем с поставщиками высококачественных комплектующих, отбор и контроль качественных показателей обеспечивает система обеспечения качества Six-Sigma.

Такие классификационные общества как Germanischer Lloyd, RINA и Bureau Veritas подтвердили качество наших трансформаторов с литой изоляцией.



Испытания



Трансформаторы с литой изоляцией производства SGB разрабатываются и производятся в соответствии со стандартами МЭК 60076-11 и ГОСТ Р 52719-2007, ГОСТ 12.2.007.2-75, ГОСТ 1516.3.96

Проводимые в соответствии с МЭК и ГОСТ контрольные, типовые, и специальные испытания подтверждают, что трансформаторы с литой изоляцией SGB по всем пунктам соответствуют предъявляемым требованиям.

На территории завода мы имеем возможность проводить ряд типовых и специальных испытаний, например, испытания на короткое замыкание или нагрев. Это позволяет подтвердить технические характеристики изготавливаемого трансформатора по требованиям заказчика.

Кроме того, совместно со сторонними институтами, мы провели измерения на соответствие изготавливаемого оборудования в следующих областях:

- Электромагнитная совместимость (EMV), совместно с Systron EMV Ltd, Редницхембах
- Анализ газов, выделяющихся при горении литой изоляции, совместно с Allianz Centre for Technology, Мюнхен



- Виброиспытания, совместно с IABG, Мюнхен
- Стойкость к коротким замыканиям, совместно с FGH, Mannheim и Zkusebnictvi High Power Laboratory, Прага
- Сертификация для температуры -50° C
- Совместно со «Стандартэлектро-С», Москва
- Испытания E2 и C2 по требованиям КЕМА

Трансформаторы с литой изоляцией производства SGB поставляются более чем в 35 стран мира и соответствуют действующим стандартам этих стран, например: ANSI, IEEE, ГОСТ и т.д.



Стойкость к перегрузкам

Так же как и масляные, трансформаторы с литой изоляцией, могут подвергаться перегрузкам.

Чтобы гарантировать срок службы свыше 20 лет, необходимо ограничивать перегрузку трансформатора, что выполняет система контроля температуры, которая отключает трансформатор при достижении номинальной расчетной величины.

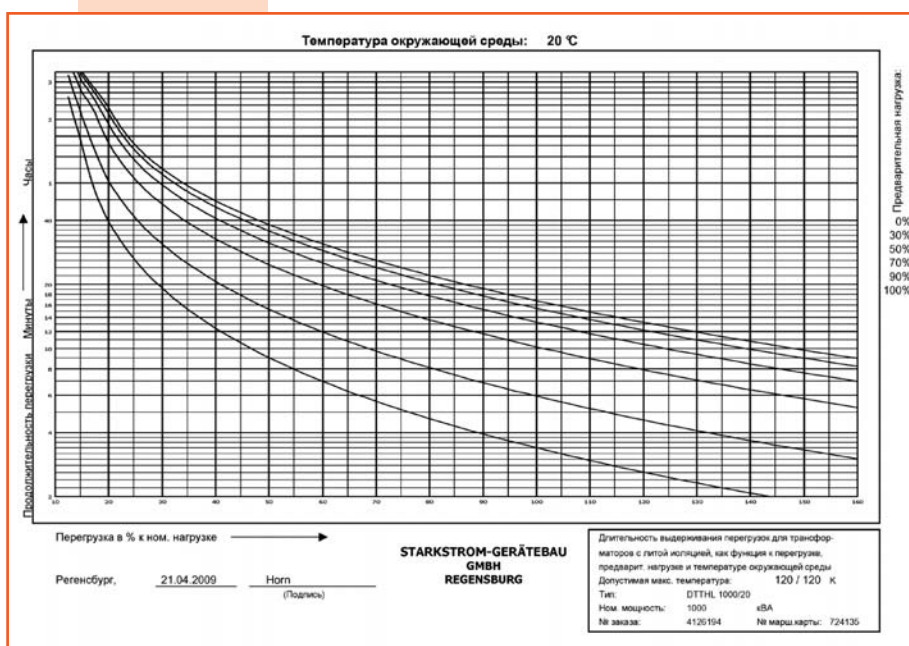
Стандарт IEC предписывает, что трансформатор класса нагревостойкости изоляции F должен выдержать кратковременное воздействие температуры 180° C без повреждения изоляции трансформатора. Мы выбрали номинальную температуру срабатывания, исходя из допустимой температуры нагрева обмотки низкого напряжения. С учетом перегрева в месте замера в зависимости от нагрева обмотки она составляет 120–150° C при максимальной температуре охлаждающей среды 40° C в соответствии со стандартом VDE 0532, часть 6.

Если при эксплуатации нагрузка трансформатора не превышает номинальную мощность, а температура охлаждающего воздуха ниже 40° C, то температура обмотки не превысит пороговую величину. Этот диапазон может использоваться для перегрузок до достижения определенной температуры реагирования термодатчиков. Величина и продолжительность перегрузки определяется предшествующей нагрузкой, фактической температурой и постоянной времени катушки. Эта зависимость показана ниже на графике, на примере трансформатора с литой изоляцией мощностью 1000 кВА, при температуре охлаждающего воздуха 20° C и при разных величинах предшествующей нагрузки.

Из графика следует, что при 100% предшествующей длительной нагрузке трансформатор может эксплуатироваться ещё в течение 19 минут при 130% номинальной мощности до срабатывания тепловой защиты.

Поскольку параметр «постоянная времени катушки» сильно зависит от технических данных и конструктивного исполнения, то невозможно построить универсальный график. По запросу мы предоставляем такие графики смоделированные расчётными программами, с учётом всех необходимых параметров (см. график слева).

Мы сознательно представили перегрузочную способность только для температуры срабатывания защиты. Мы не используем диапазон, превышающий предельную температуру трансформатора. Так как это ведёт к неконтролируемым перегрузкам и значительному сокращению срока эксплуатации.



Уровень шума

Снижению уровня шума трансформаторов придается все большее значение. Трансформаторы с литой изоляцией SGB даже в стандартном исполнении отличаются пониженными потерями и уровнем шума.

Для снижения потерь и уровня шума в трансформаторах SGB помимо учёта индукции и типа материала сердечника также применяется набор сердечника способом «step-lap».

В качестве показателей уровня шума трансформаторов с литой изоляцией с естественным охлаждением без кожуха применяются:

L_{pA} уровень звукового давления, дБ;

L_{WA} уровень мощности звука, дБ;

L_S уровень звука на измерительной поверхности, дБ.

Определение этих величин и способ измерения установлены в Немецком издании Европейского стандарта 60551/Ассоциации Электрических, Электронных и Информационных технологий 0532 T7. Важными условиями в данном документе являются:

- Условная поверхность (отмеряется от поверхности катушки).
- Длина измеряемой траектории в м,
- Площадь измерительной поверхности S в m^2

(см. эскиз)

Поскольку в трансформаторах с литой изоляцией в отличие от масляных трансформаторов нельзя проводить измерения ближе чем 0,3 м, измерения проводятся на расстоянии 1 м от условной плоскости.



В Немецком издании Европейского стандарта 60551/Ассоциации Электрических, Электронных и Информационных технологий 0532 T7 определена следующая зависимость L_{WA} и L_{pA} с L_S :

$$L_{WA} = L_{pA} + L_S$$

$$L_S = 10 \lg S / S_0$$

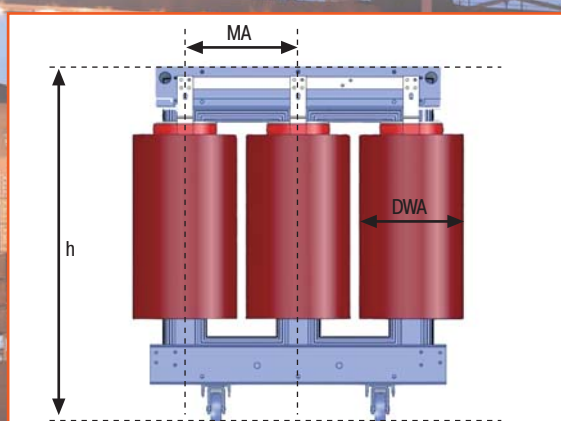
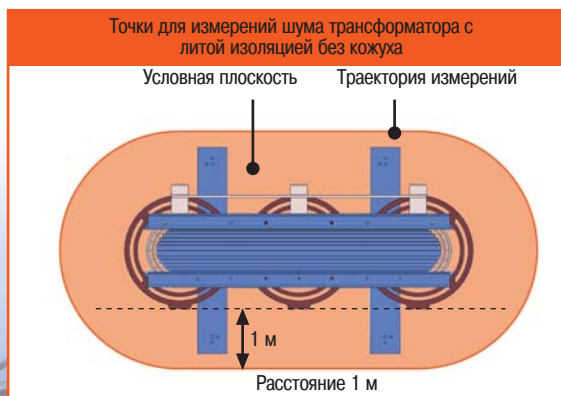
$$S = 1,25h * pm; S_0 = 1m^2$$

$$pm = 4MA + (DWA + 2) \epsilon$$

MA = расстояние между центрами катушек в метрах

DWA = внешний диаметр катушки в метрах

h = Высота магнитопровода в метрах



Области применения

SGB производит трансформаторы с литой изоляцией мощностью до 25 МВА и классом напряжения до 36 кВ. Мы имеем огромные возможности в изготовлении как стандартных трансформаторов так и преобразовательных 12-импульсных, 18-импульсных, 24-импульсных и специальных трансформаторов, например: реакторов.

Область применения с повышенными требованиями

- **Установка трансформаторов для объектов с высокими требованиями к перегрузкам до 450 % от номинальной мощности**

Трансформаторы с литой изоляцией SGB стоят в сетях электроснабжения подземных и местных железнодорожных сетей во многих городах мира, например в Берлине, Вашингтоне, Далласе, Лос-Анджелесе, Сан-Франциско и Шанхае.



Железная дорога



Метро

- **Установка трансформаторов в местах повышенной загрязнённости среды эксплуатации и высокой вибрации:** Благодаря исполнению с большим запасом прочности трансформаторы SGB незаменимы при использовании на береговых и морских ветряных электростанциях, в доках и на нефтедобывающих платформах.



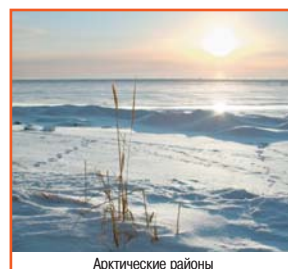
Нефтедобывающие платформы



Береговые и морские ветряные электростанции

- **Установка в климатических зонах с экстремально низкими температурами**

Трансформаторы с литой изоляцией производства SGB были сертифицированы независимым Институтом «Стандартэлектро-С», Москва, для работы при температурах до -50° С.



Арктические районы



Высокогорные районы

Традиционное применение

- **Промышленные распределительные сети**

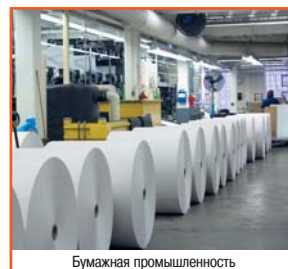
Трансформаторы SGB с литой изоляцией стоят здесь в узловых точках и обеспечивают надёжную работу.



Автомобилестроение



Химическая промышленность



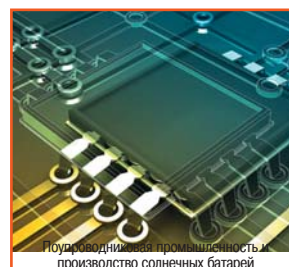
Бумажная промышленность



Металлургия



Стекольная промышленность



Полупроводниковая промышленность и производство солнечных батарей

- **Капитальное строительство**

Трансформаторы SGB могут устанавливаться на любых этажах зданий и гарантировать экономичное распределение электроэнергии с низкими затратами.



Высшие учебные заведения



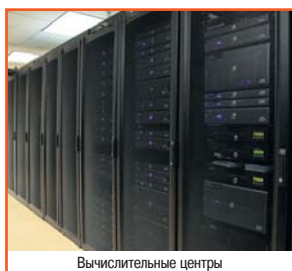
Клиники



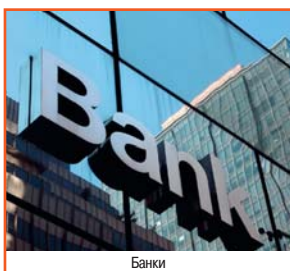
Гостиницы



Высотные здания



Вычислительные центры



Банки

- **Подстанции**

Трансформаторы SGB устанавливаются в частные подстанции небольших предприятий, супермаркетах и торговых центрах.



Торговые центры и супермаркеты



Предприятия

- **Водоохранные зоны**

Трансформаторы с литой изоляцией SGB соответствуют требованиям по охране окружающей среды и потому для них нет ограничений по установке в водоохраных зонах.

- **Производство электроэнергии**

Благодаря высокой надёжности трансформаторы с литой изоляцией SGB используются на всех типах электростанций, так как аварии здесь могут привести к серьёзным и дорогостоящим последствиям.



Угольные и тепловые электростанции



Биогазовые установки



Атомные электростанции



Солнечные и ветровые энергоустановки

- **Инфраструктура**

Везде, где безаварийная работа всей инфраструктуры зависит от надёжности нескольких отдельных компонентов, устанавливаются особые требования к качеству. По этой причине, и благодаря своей исключительной надёжности, трансформаторы SGB пользуются неограниченным спросом.



Аэропорты



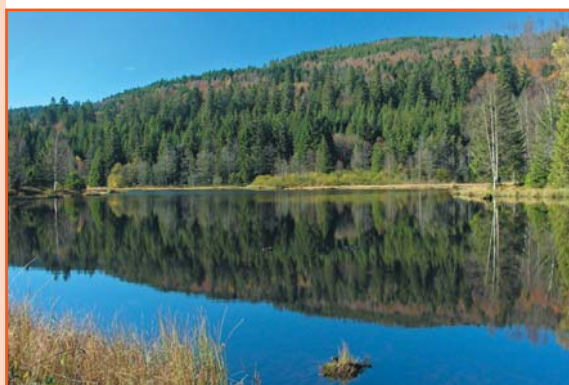
Контейнерные терминалы и порты

- **Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки**

Научные исследования часто ставят особые технические требования, которые сильно отличаются от промышленных. Благодаря высокой технической квалификации завода SGB и качеству наших трансформаторов с литой изоляцией, они без сомнений могут применяться в данных сферах: в установках ядерного синтеза или ускорителях частиц.

Условия установки

Для установки трансформаторов с литой изоляцией производства SGB на объекте не требуется дополнительной подготовки площадки, что позволяет значительно сократить затраты и время установки оборудования. При использовании трансформаторов с литой изоляцией SGB нет необходимости проводить дополнительные мероприятия по предотвращению загрязнения водных ресурсов.



Для установки трансформаторов с литой изоляцией напряжением свыше 1кВ в общественных местах в соответствии с ГОСТом и МЭК предъявляются дополнительные требования.

Трансформаторы устанавливающиеся в помещениях могут иметь степень защиты IP 00, однако в этом случае поверхность катушки трансформатора не защищена от прикосновения. При эксплуатации на обслуживаемых объектах необходимо установить защитные перила или кожух во избежание случайного контакта персонала.

Для защиты от попадания воды трансформаторы так же должны быть помещены в кожухи с соответствующей степенью защиты.

Трансформаторы с литой изоляцией могут размещаться в одном помещении со средне- и низковольтными распределительными устройствами. Так как для охлаждения сухих трансформаторов масло не применяется, то никакие дополнительные меры для защиты от попадания масла в окружающую среду и возгорания не требуются, затраты на установку значительно снижаются. При установке под открытым небом, кожух обязателен. Для этого необходимо определить степень защиты IP кожуха.



При проектировании необходимо учитывать условия, в которых оборудование будет работать.

Так, при установке трансформаторов с литой изоляцией на высоте более 1000 м из-за низкой плотности воздуха следует принять особые меры. SGB предоставляет индивидуальные консультации и адаптирует оборудование к местным условиям.

Кроме того, трансформаторы с литой изоляцией SGB могут быть оборудованы дополнительными оснастками для установки на судах, эксковаторах, в сейсмически активных зонах, на ветровых энергоустановках и т. п. Ещё одним решающим преимуществом трансформаторов с литой изоляцией SGB является то, что все узлы и детали открыты, и это позволяет немедленно обнаружить и устранить возможные механические повреждения.

Дополнительное оснащение трансформаторов

Кожухи

По своей конструкции трансформаторы с литой изоляцией не защищены от прикосновения. Поэтому при установке в доступных местах нужны защитные приспособления или кожух, выбор степени защиты которого определяется в соответствии с требованиями DIN 40 050 и DIN 57 101 / VDD 101.

SGB предлагает недорогие и простые при сборке на месте установки кожухи. Стандартные кожухи для установки в помещениях имеют степень защиты IP23, для наружной установки IP33, но существуют и другие варианты. Для ввода кабелей снизу, в кожухах предусмотрены люки и держатели.



Для отвода горячего воздуха и притока холодного кожух снабжен соответствующими приточными и выходными технологическими отверстиями естественного или принудительного охлаждения. В помещении, где устанавливаются трансформаторы в кожухах, следует предусмотреть возможность свободного притока и выпуска охлаждающего воздуха.

Увеличение мощности за счёт вентиляторов.

С помощью установки вентиляторов, литые трансформаторы с естественным охлаждением AN могут быть унифицированы в трансформаторы с принудительным охлаждением AF. Это обеспечит увеличение мощности до 40 %, а в особых случаях и выше. Это даёт дополнительные возможности для проектировщиков. При эксплуатации можно регулярно использовать мощность, достигаемую с помощью принудительного охлаждения, и это не уменьшит срок службы наших трансформаторов. Ситуация обеспечивающая работоспособность распределительных сетей при установке одного или более дублирующих трансформаторов с литой изоляцией рациональное с экономической точки зрения решение. Если при проектировании, параметры трансформатора определены таким образом, что во время нормальной эксплуатации загрузка трансформатора составляет около 70 % от номинальной мощности, что является правильным конструктивным решением — то при выходе из строя одного из трансформаторов, мощности второго трансформатора с принудительным охлаждением будет достаточно, чтобы принять на себя нагрузку неисправного трансформатора без ограничения потребителей.

Дополнительная оснастка и мониторинг

Оборудование трансформатора

В дополнение к основным компонентам — сердечнику, обмоткам и раме — для интеграции трансформатора в электрическую систему необходимо дополнительное оборудование. Сюда относятся соединения и средства мониторинга, а также в зависимости от конфигурации системы вентиляторы, кожух, механические монтажные детали, ошиновка, заземляющие переключатели, виброгасители, опоры и др.



Электрические выводы

- Подсоединения к высокой и низкой сторонам, как правило, располагаются друг напротив друга на фронтальных сторонах трансформатора. (Рис. 1)
- Выводы по высокой стороне, а также планки отпаек для регулирования напряжения смонтированы непосредственно на лицевой стороне катушки. (Рис. 2)
- Выводы по низкой стороне, включая нейтраль, выведены шинами вверх. (Рис. 3)

Варианты исполнения выводов

- 400 - 630 кВА (Рис. 4)
- 800 кВА (Рис. 5)
- 1.000 кВА (Рис. 6)
- 1.250 - 3.150 кВА (Рис. 7)

Это стандартные выводы для векторной группы Dyn.

По запросу трансформаторы могут быть изготовлены с выводами нестандартного исполнения.

ИСПОЛНЕНИЕ	ТОК, МАКС. (А)	A	B	C	D	E	F	G
B	600 (400кВА)	МКДБ 50x3	25	20	40	МКДБ 50x3	22	22
	800 (500кВА)	МКДБ 50x4	25	20	40	МКДБ 50x4	22	22
	1000 (630кВА)	МКДБ 50x5	25	20	40	МКДБ 50x5	22	22

НН 400В

ИСПОЛНЕНИЕ	ТОК, МАКС. (А)	A	B	C	D	E	F	G
C	1200 (800кВА)	МКДБ 60x5	26	17	26	МКДБ 60x5	26	26

НН 400В

ИСПОЛНЕНИЕ	ТОК, МАКС. (А)	A	B	C	D	E	F	G
D	1600 (1000кВА)	МКДБ 80x5	40	20	40	МКДБ 60x10	26	40

НН 400В

ИСПОЛНЕНИЕ	ТОК, МАКС. (А)	A	B	C	D	E	F	G
E	1800 (1250кВА)	МКДБ 80x6	40	20	40	МКДБ 80x6	40	40
	2000	МКДБ 80x8	40	20	40	МКДБ 80x8	40	40
	2500 (1800кВА)	МКДБ 100x8	50	20	40	МКДБ 100x8	50	50
F	3000	МКДБ 100x10	50	20	40	МКДБ 100x10	50	50
	3300	МКДБ 100x10	50	20	40	МКДБ 100x10	50	50
	3610 (2500кВА)	МКДБ 120x10	60	20	40	МКДБ 120x10	60	40
G	4200	МКДБ 140x12	2x50	20	50	МКДБ 140x12	2x50	50
	4800 (3150кВА)	МКДБ 140x15	2x50	20	50	МКДБ 140x15	2x50	50
	5200	МКДБ 160x15	2x50	20	50	МКДБ 160x15	2x50	40

НН 400В

Мониторинг температуры

Контроль температуры обязателен для каждого трансформатора с литой изоляцией и осуществляется с помощью терморезисторов. Поскольку катушки низкого напряжения находятся ближе всего к магнитопроводу и в них протекают большие токи, терморезисторы устанавливаются в катушке низкого напряжения. Они защищают литые катушки от недопустимо высоких температур, которые могут возникнуть в результате перегрузок, недостаточного охлаждения и высокой температуры окружающей среды.



По желанию клиента, можно предусмотреть контроль температуры сердечника с помощью датчиков РТ100 или РТС.

Обычно используется два порога срабатывания тепловой защиты:

Первый порог сигнализирует о превышении температуры нормальной эксплуатации трансформатора, т.е. длительная номинальная нагрузка при температуре охлаждающей среды 20° С. Данный порог предупреждает оператора о необходимости уменьшить нагрузку.

Второй порог означает достижение трансформатором предельной температуры заявленного класса, которая не должна превышать из-за ускоренного старения изоляции и сокращения срока службы трансформатора. При достижении данной максимальной температуры трансформатор должен быть отключен. Выводы трех терморезисторов выведены на один промежуточный клемник без подключения к блоку контроля температуры. Блок температурного контроля поставляется отдельно и устанавливается в заданное проектом место.

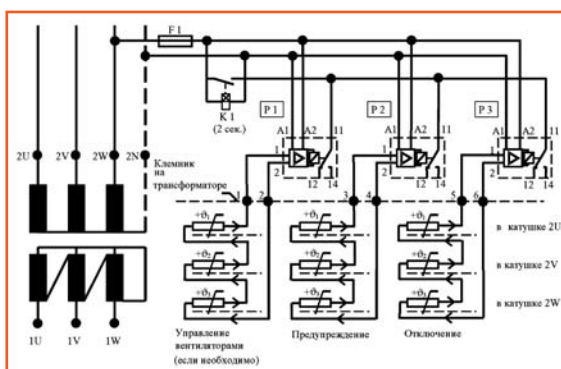
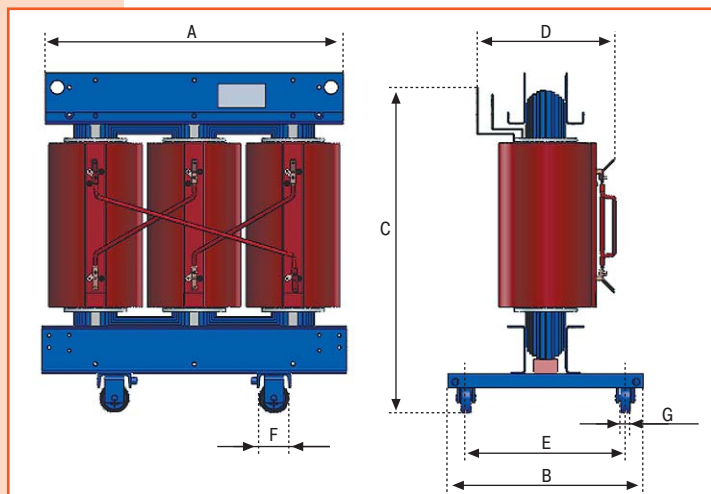


Таблица выбора серии 10 ($U_m = 12 \text{ кВ}$)

Мощность			Потери / Шум / Вес							Размеры в мм						
кВА	Обозн типа 1	Обозн типа 2	P_o (Вт)	$P_k 75C$ (Вт)	$P_k 120C$ (Вт)	η_k (%)	L_{PA} (дБ)	L_{WA} (дБ)	Общий вес (кг)	A	B	C	D	E	F	G
50	DTTHL	50/10	240	1350	1550	4	39	50	350	860	670	970	390	520	125	40
100	DTTHL	100/10	320	1750	2000	4	40	51	550	920	670	1150	410	520	125	40
160	DTTHL	160/10	440	2400	2750	4	42	54	800	980	670	1340	420	520	125	40
250	DTTHL	250/10	600	3100	3550	4	45	57	1000	1140	670	1120	500	520	125	40
	DTTHM	250/10	500	3100	3550	4	38	49	1200	1160	670	1260	500	520	125	40
400	DTTH	400/10	1150	4300	4850	4	56	68	1250	1260	820	1420	550	670	125	40
	DTTHL	400/10	880	4300	4850	4	47	60	1250	1280	820	1400	550	670	125	40
	DTTHM	400/10	730	4300	4850	4	38	51	1300	1350	820	1280	560	670	125	40
	DTTHYL	400/10	800	4800	5400	6	47	60	1300	1350	820	1400	570	670	125	40
	DTTHYM	400/10	650	4800	5400	6	40	51	1550	1400	820	1380	570	670	125	40
500	DTTH	500/10	1350	5500	6200	4	56	69	1500	1400	820	1450	580	670	125	40
	DTTHL	500/10	1050	5500	6200	4	48	61	1550	1300	820	1340	580	670	125	40
	DTTHM	500/10	850	5500	6200	4	38	52	1650	1350	820	1350	580	670	125	40
	DTTHYL	500/10	1000	5850	6600	6	48	61	1550	1450	820	1400	590	670	125	40
	DTTHYM	500/10	800	5850	6600	6	38	52	1650	1450	820	1400	590	670	125	40
630	DTTH	630/10	1500	6400	7200	4	57	70	1800	1450	820	1500	595	670	125	40
	DTTHL	630/10	1150	6400	7200	4	49	62	1850	1450	820	1450	595	670	125	40
	DTTHM	630/10	950	6400	7200	4	40	53	2000	1450	820	1700	595	670	125	40
	DTTHYL	630/10	1100	6700	7550	6	49	62	1850	1500	820	1400	590	670	125	40
	DTTHYM	630/10	900	6700	7550	6	40	53	2000	1450	820	1500	590	670	125	40
800	DTTH	800/10	1750	7600	8550	6	58	72	2300	1600	820	1500	625	670	125	40
	DTTHL	800/10	1350	7600	8550	6	50	64	2400	1600	820	1500	625	670	125	40
	DTTHIL	800/10	1350	4950	5550	6	47	61	2600	1600	820	1700	635	670	125	40
1000	DTTH	1000/10	2000	8800	9900	6	59	73	2400	1650	980	1650	665	820	160	50
	DTTHL	1000/10	1500	8800	9900	6	51	65	2700	1600	980	1760	640	820	160	50
	DTTHIL	1000/10	1550	5900	6650	6	48	62	3100	1800	980	1850	660	820	160	50
1250	DTTH	1250/10	2400	10700	12000	6	60	74	2900	1750	980	1650	655	820	160	50
	DTTHL	1250/10	1750	10700	12000	6	52	66	3500	1750	980	1900	655	820	160	50
	DTTHIL	1250/10	1850	7500	8450	6	49	63	3500	1800	980	2000	660	820	160	50
1600	DTTH	1600/10	2800	12500	14050	6	61	76	3800	1800	980	2000	665	820	160	50
	DTTHL	1600/10	2100	12500	14050	6	53	58	4000	1850	980	2000	700	820	160	50
	DTTHIL	1600/10	2250	8700	9800	6	50	65	4550	1900	980	2100	685	820	160	50
2000	DTTH	2000/10	3500	16000	17950	6	64	79	4750	2000	1270	2150	705	1070	200	70
	DTTHL	2000/10	2650	16000	17950	6	55	70	4900	2000	1270	2200	720	1070	200	70
	DTTHIL	2000/10	2800	11500	12900	6	52	62	4800	2000	1270	2200	720	1070	200	70
2500	DTTH	2500/10	4300	18500	20750	6	66	81	5100	2100	1270	2200	755	1070	200	70
	DTTHL	2500/10	3000	18500	20750	6	56	71	5500	2100	1270	2250	730	1070	200	70
	DTTHIL	2500/10	3150	14000	15700	6	53	68	5850	2100	1270	2250	745	1070	200	70



- Таблицы выбора, стандартное исполнение и исполнение с пониженным шумом.
- Грозовые перенапряжения в соответствии IEC 60 076.
- Уровень шума для естественного охлаждения (AN) без кожуха.
- Уровень звукового давления на расстоянии 1 м.
- Уровень мощности звука см. страницу 15.
- Другие мощности, исполнение для $U_m 36 \text{ кВ}$, а также другие величины контрольного уровня по запросу.
- Векторная группа для мощностей до 125 кВА Yzn 5/11, выше Dyn 5/11

Таблица выбора серия 20 ($U_m = 24$ кВ)

Мощность		Потери / Шум / Вес								Размеры в мм						
кВА	Обозн типа 1	Обозн типа 2	P ₀ (Вт)	P _k 75C (Вт)	P _k 120C (Вт)	u _k (%)	L _{PA} (db)	L _{WA} (db)	Общий вес (кг)	A	B	C	D	E	F	G
50	DTTHL	50/20	260	1450	1650	6	39	50	420	1080	670	1160	410	520	125	40
	DTTHXL	50/20	300	1200	1400	4	41	50	490	960	670	1190	400	520	125	40
100	DTTHL	100/20	340	1850	2100	6	40	51	600	1080	670	1120	430	520	125	40
	DTTHXL	100/20	400	1550	1750	4	40	51	790	1120	670	1200	450	520	125	40
160	DTTHL	160/20	480	2550	2900	6	42	54	940	1160	670	1200	440	520	125	40
	DTTHXL	160/20	580	2200	2500	4	42	54	1030	1120	670	1340	450	520	125	40
250	DTTHL	250/20	650	3350	3800	6	45	57	1100	1300	670	1240	480	520	125	40
	DTTHM	250/20	530	3350	3800	6	37	49	1150	1240	670	1240	480	520	125	40
	DTTHXL	250/20	800	3050	3450	4	43	57	1330	1200	670	1280	500	520	125	40
	DTTHXM	250/20	650	3050	3450	4	37	49	1330	1180	670	1400	500	520	125	40
400	DTTH	400/20	1200	4850	5450	6	56	68	1350	1440	820	1460	585	670	125	40
	DTTHL	400/20	940	4850	5450	6	47	60	1500	1500	820	1550	585	670	125	40
	DTTHM	400/20	770	4850	5450	6	38	51	1800	1500	820	1550	585	670	125	40
	DTTHXL	400/20	1100	4300	4850	4	50	60	1750	1500	820	1500	600	670	125	40
	DTTHXM	400/20	900	4300	4850	4	38	51	2000	1450	820	1550	600	670	125	40
500	DTTH	500/20	1500	6000	6750	6	56	69	1550	1540	820	1460	585	670	125	40
	DTTHL	500/20	1150	6000	6750	6	48	61	1650	1550	820	1550	585	670	125	40
	DTTHM	500/20	900	6000	6750	6	39	52	2200	1600	820	1600	585	670	125	40
	DTTHXL	500/20	1400	5500	6200	4	48	61	2000	1600	820	1600	615	670	125	40
	DTTHXM	500/20	1150	5500	6200	4	42	54	2250	1500	820	1550	615	670	125	40
630	DTTH	630/20	1650	6900	7750	6	57	70	1800	1650	820	1500	605	670	125	40
	DTTHL	630/20	1250	6900	7750	6	49	62	1950	1650	820	1500	605	670	125	40
	DTTHM	630/20	1000	6900	7750	6	43	55	2100	1650	820	1500	605	670	125	40
	DTTHXL	630/20	1600	6100	6850	4	52	66	2100	1500	820	1600	620	670	125	40
	DTTHXM	630/20	1300	6100	6850	4	44	58	2300	1600	820	1600	620	670	125	40
800	DTTH	800/20	1950	8300	9350	6	58	72	2200	1700	820	1600	635	670	125	40
	DTTHL	800/20	1550	8300	9350	6	50	64	2200	1650	820	1700	635	670	125	40
	DTTHIL	800/20	1450	5250	5900	6	48	62	2750	1800	820	1650	660	670	125	40
1000	DTTH	1000/20	2300	9700	10900	6	59	73	2400	1750	980	1840	670	820	160	50
	DTTHL	1000/20	1800	9700	10900	6	51	65	2650	1760	980	1800	660	820	160	50
	DTTHIL	1000/20	1700	6400	7200	6	47	62	3250	1800	980	1950	670	820	160	50
1250	DTTH	1250/20	2750	11700	13150	6	60	74	2900	1940	980	1800	680	820	160	50
	DTTHL	1250/20	2150	11700	13150	6	53	67	3100	1880	980	1860	665	820	160	50
	DTTHIL	1250/20	2200	7700	8650	6	49	53	3950	1900	980	1900	685	820	160	50
1600	DTTH	1600/20	3100	14000	15700	6	61	76	3500	1900	980	2100	695	820	160	50
	DTTHL	1600/20	2400	14000	15700	6	53	68	3800	1900	980	2050	700	820	160	50
	DTTHIL	1600/20	2450	9300	10450	6	50	65	4300	1960	980	2120	690	820	160	50
2000	DTTH	2000/20	4100	17000	19100	6	64	79	4250	2060	1270	2180	750	1070	200	70
	DTTHL	2000/20	2900	17000	19100	6	55	70	4800	2080	1270	2160	730	1070	200	70
	DTTHIL	2000/20	3000	12000	13500	6	52	62	5350	2000	1270	2050	725	1070	200	70
2500	DTTH	2500/20	5000	20000	22450	6	66	81	5350	2250	1270	2250	765	1070	200	70
	DTTHL	2500/20	3600	20000	22450	6	56	71	6100	2200	1270	2100	770	1070	200	70
	DTTHIL	2500/20	3700	14500	16300	6	53	68	6350	2150	1270	2200	790	1070	200	70

Условные обозначения

	Стандартное исполнение
	Исполнение с пониженными потерями и пониженным уровнем шума
	Промышленное или специальное исполнение

Подробные сведения к общим указаниям по проектированию, условиям установки и соединениям см. на сайте:
www.sgb-trafo.de/de/productght.aspx

STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH

Ohmstraße 10 • D-93055 Regensburg
Телефон: +49 (0) 941 / 78 41-0
Телефакс: +49 (0) 941 / 78 41-439
E-Mail: sgb@sgb-trafo.de
www.sgb-trafo.de

**SÄCHSISCH-BAYERISCHE
STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH**

Ohmstraße 1 • D-08496 Neumark
Телефон: +49 (0) 3 76 00 / 83-0
Телефакс: +49 (0) 3 76 00 / 34 14
E-Mail: sgb@sgb-neumark.de
www.sgb-trafo.de

SMIT TRANSFORMATOREN BV

Groenestraat 336 • NL-6531 JC Nijmegen
Телефон: 00 31 / 24-356 89 11
Телефакс: 00 31 / 24-356 87 64
E-Mail: sales@smitt-trafo.nl
www.smitttransformers.com

Номенклатура группы SGB

- Трансформаторы с литой изоляцией до 25 МВА с номинальным напряжением до 36 кВ включительно
- Масляные трансформаторы до 1.000 МВА, с рабочим напряжением до 525 кВ включительно, выполненные как в соответствии со всеми действующими нормами так и в специальном исполнении
- Регулировочные трансформаторы с РПН
- Vario - Защитные кожухи для трансформаторов с литой изоляцией
- Линейные и параллельные регуляторы
- Мачтовые трансформаторы
- Заземляющие трансформаторы и дугогасящие реакторы
- Преобразовательные и печные трансформаторы
- Реактивные резисторы колебательного контура, соединители и заградители для установок централизованного тонально-частотного телеуправления
- Компенсирующие реакторы
- Компактные подстанции

Мы оставляем за собой право на внесение технических изменений.



Partners in Power

