

**UniQ** Reliable.  
Proven.  
Simply fact.

Трансформаторы с литой изоляцией



**SGB**  
STARCKSTROM

Partners in Power

**SMIT**  
TRANSFORMERS  
NUMEGEN | THE NETHERLANDS

## Почему именно SGB-SMIT?

Диапазон мощностей литых трансформаторов производства SGB-SMIT доходит до 25 МВА, а напряжений – до 36 кВ: будь то распределительные, преобразовательные или трансформаторы специального исполнения. Благодаря более чем 30-летнему опыту, SGB-SMIT по праву считаются среди мировых брендов экспертами в своем деле, результатом чего является высочайший уровень качества: наш показатель СВРО (среднее время работы до отказа) превышает 2400 лет.

За счет применения особой технологии сухие трансформаторы SGB-SMIT имеют ряд особенностей, которые, с одной стороны, отличают их в технологическом смысле от аналогов конкурентов, а с другой – делают их непревзойденно надежным и абсолютно безопасным решением.



Существенные выгоды для наших клиентов следующие:

- Скачки напряжения в сети и его перепады при переключениях не представляют опасности благодаря многослойной намотке катушек.
- Охлаждающие каналы создают резервы по нагреву и позволяют выдерживать перегрузки.
- Усиление литой обмотки стекловолоконной пленкой (СВП) улучшает стойкость к термоударам.
- Долгий срок эксплуатации гарантирован.

## Обмотка высокого напряжения

Обмотка высокого напряжения (ВН) – это самый важный «орган» литого трансформатора. В ней как раз и применены основные ноу-хау SGB-SMIT.

Литые сухие трансформаторы отличаются от прочих тем, что обмотка ВН представляет собой цилиндр с гладкой поверхностью из застывшей литой смолы, которая полностью покрывает проводники. Даже если это не установлено специальными нормативами, получить такую конструкцию для высоковольтного оборудования можно лишь литьем под вакуумом. За счет этого технология производства SGB-SMIT вкупе с используемыми материалами дают уникальное соотношение цена/качество, отличают их, во-первых, от литых трансформаторов прочих брендов, а во-вторых - делают их непревзойденно надежным и абсолютно безопасным решением.

### **R**eserves-equipped

Резерв по нагреву особой изоляции первичной обмотки позволяет выдерживать перегрузки.

### **E**ndurance-enhanced

Охлаждающие каналы обеспечивают трансформатору долгую жизнь.

### **S**urge-proof

Двуслойная обмотка сглаживает скачки напряжения

### **Q**uantum-leap

Усиление стекловолоконной пленкой послойно внутри катушки и вдобавок наружным слоем обеспечивает стабильное энергоснабжение и безопасную эксплуатацию даже в случае термодара.

Для наших клиентов все эти особые черты предполагают высокую степень безопасности при эксплуатации и уверенность в правильном вложении средств.

### **“Resin Quality by SGB-SMIT“:**

Ниже мы подробно объясним, какими факторами обусловлено наше выдающееся качество.



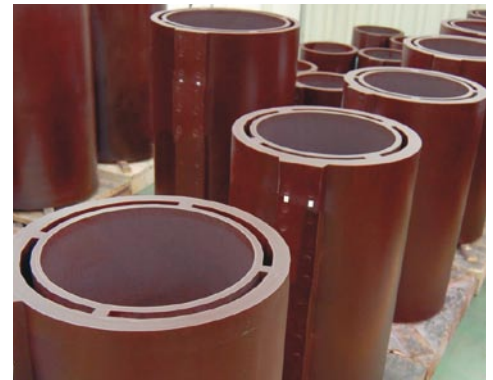
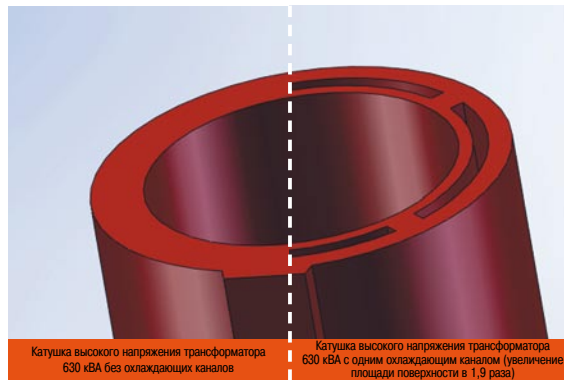
Обмотка ВН

## Reserves-equipped

### Резервы по нагреву позволяют выдерживать перегрузки.

В этом смысле литые трансформаторы SGB-SMIT стоят на ступеньку выше не только масляных трансформаторов, но и литых, произведенных по традиционной сегментной технологии. Последняя использует последовательную сегментную намотку, в которой проводниковый материал - алюминиевая фольга с изоляцией лентой между витками. Изоляция соответствует только классу F, и даже это соответствие обеспечивается лишь всей системой изоляции в целом, без каких-либо резервов по нагреву.

С литыми трансформаторами SGB-SMIT все совершенно иначе, поскольку в их двуслойной обмотке использован изолированный профильный проводник, первичная изоляция которого представляет собой термостойкий полиэстерамидный лак с температурным индексом 200°C, либо это оплётка номексом с температурным классом C (220°C). Так как трансформаторы SGB-SMIT изначально конструктивно - и по материалам в том числе - рассчитаны на эксплуатацию в температурном классе F (155°C), первичная обмотка всегда имеет солидный запас по термостойкости.



## Endurance-enhanced

### Уверенность в длительном сроке эксплуатации

В литых трансформаторах выделяющееся при работе тепло рассеивается в окружающем воздухе от поверхности катушек. Размеры катушек должны быть подобраны таким образом, чтоб температуры их нагрева не превышали допустимые классом изоляции значения.

Охлаждение литых трансформаторов, произведенных по традиционной технологии с сегментной намоткой, возможно лишь через две поверхности катушки – внутреннюю и наружную. Чтобы обеспечить достаточную для этого площадь, катушки зачастую должны быть больше по размеру, чем того требуют электрические параметры. Технология же двуслойной намотки, используемая SGB-SMIT, позволяет сделать дополнительные охлаждающие каналы непосредственно внутри обмотки. Это позволяет увеличить площадь теплоотдачи и оптимизировать размеры катушки. Литые катушки трансформаторов SGB-SMIT могут иметь даже несколько рядов охлаждающих каналов.

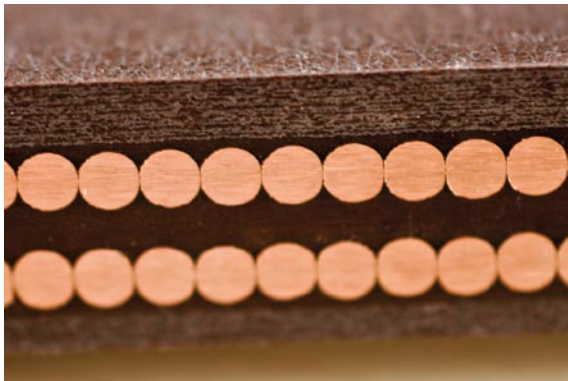
Сухие трансформаторы SGB-SMIT, рационально используя материалы, гарантируют идеальное распределение нагрева внутри катушек. Оптимальное охлаждение позволяет снизить температуру обмотки ВН и - кроме того - равномерно распределить температуру по всей массе трансформатора.

## Surge-proof

### Усиленная защита от скачков напряжения

Только у SGB-SMIT в катушках высокого напряжения, изготовленных литьем под вакуумом, применена технология двуслойной намотки проводника. Это обеспечивает надежность при перепадах напряжения в сетях, возникающих из-за ударов молний либо срабатывания вакуумных выключателей.

- Обмотки трансформаторов с традиционными сегментными катушками подвергаются серьезным электрическим нагрузкам при скачках напряжения, в особенности первые витки, поскольку 70% такого удара приходится на первые 30% длины катушки. Потому и риск возникновения пробоя и короткого замыкания для такого типа катушек резко возрастает.
- Напротив, катушки SGB-SMIT с двуслойной намоткой обеспечивают линейное распределение ударного напряжения в обмотках.



## Quantum-leap

### Надежная защита от шоковых температур

Во время транспортировки сухой трансформатор подвергается механическим, а при эксплуатации – серьезным термическим нагрузкам. Потому способность трансформатора противостоять чрезмерному или экстремальному нагреву ставится во главу угла. Такая способность целиком зависит от состава компаунда, которым заливается проводник в катушке.

В обычных литых трансформаторах компаунд состоит из эпоксидной смолы, смешанной с минеральными наполнителями, составляющими более 70% от объема. Как правило, это кварцевая мука. Такой состав может обеспечить стойкость на растяжение, присущую эпоксидной смоле, т.е., примерно 50 Н/мм.

Намного надежней – у SGB-SMIT. Здесь состав эпоксидного компаунда усилен стекловолокном – между витками и поверх всей катушки – с приличным запасом по усилию на растяжение до 120 Н/мм. Преимущества данного состава компаунда, используемого SGB-SMIT, доказаны различными испытаниями. Для присвоения климатического класса C2 необходимо провести тест шокowymi температурами в соответствии со стандартом МЭК 60076-11 с минимальной температурой -25°C. Катушки же SGB-SMIT благополучно прошли не только этот, но и более сложный тест с нижней планкой температуры в -50°C.



## Обмотка низкого напряжения

Практически всегда в трансформаторах SGB-SMIT обмотка низкого напряжения выполнена из фольги. Преимущества такой конструкции очевидны:

- **снижение дополнительных потерь**
- **равномерное распределение температуры в обмотке**
- **высокая устойчивость к коротким замыканиям**



Исключения бывают - по техническим причинам, только в случаях низкой мощности (менее 250 кВА) или при необычно высоком для НН напряжении катушки (более 3,6 кВ).

Свыше 40 лет SGB-SMIT производит обмотки из фольги для распределительных масляных и литых трансформаторов. Этот обширный опыт лежит в основе таких обеспечивающих качество технических нюансов:

- существует два способа соединения вывода НН с фольгой: сварка в инертном газе и холодная сварка прессом под высоким давлением (400 кН). Вторым SGB пользуется уже более 20 лет. Его преимущества: никаких изменений в структуре металла при нагреве не происходит, никаких инородных металлов не может быть привнесено, как иногда случается при обычной сварке.
- применение многослойной изоляции «препрег» с последующим склеиванием приводит к получению крайне прочного цилиндра, который, в отличие от изготовленного другим методом, способен выдерживать радиальные силы, возникающие при КЗ. Обычные прессующие суппорты служат только для центровки катушки относительно сердечника.
- края катушки дополнительно усилены, получая таким образом защиту от проникновения внутрь влаги и вдобавок усиливают механическую прочность конструкции. Десятилетиями такая технология доказывала свое превосходство, даже при эксплуатации изделий в экстремальных условиях, и по своей сути равнозначна литой.

## Сердечник

Заданные спецификацией потери и ток холостого хода, уровень шума (основные качественные характеристики трансформатора) являются решающими аспектами при расчёте сердечника. Таким образом, конструкция магнитопровода – первейшая инженерная задача. Она вбирает в себя геометрические параметры, выбор свойств используемой стали с ориентированной магнитной структурой и много прочих нюансов, включая конструкторские расчеты по стойкости к возможным вибрациям, углам наклона поверхности установки и другим механическим реалиям эксплуатации.

Сегодня сердечники производятся на специальных станках, которые собирают их «под ключ» из заранее разрезанных и смотанных в бобины полос технической стали, изготовленной в соответствии с заданными нами параметрами. Для этого SGB-SMIT нанимает высококлассных специалистов и работает с ними на основе долгосрочного партнерства. Логистика основана на принципе ежедневных поставок, поступающих на завод «как раз вовремя».

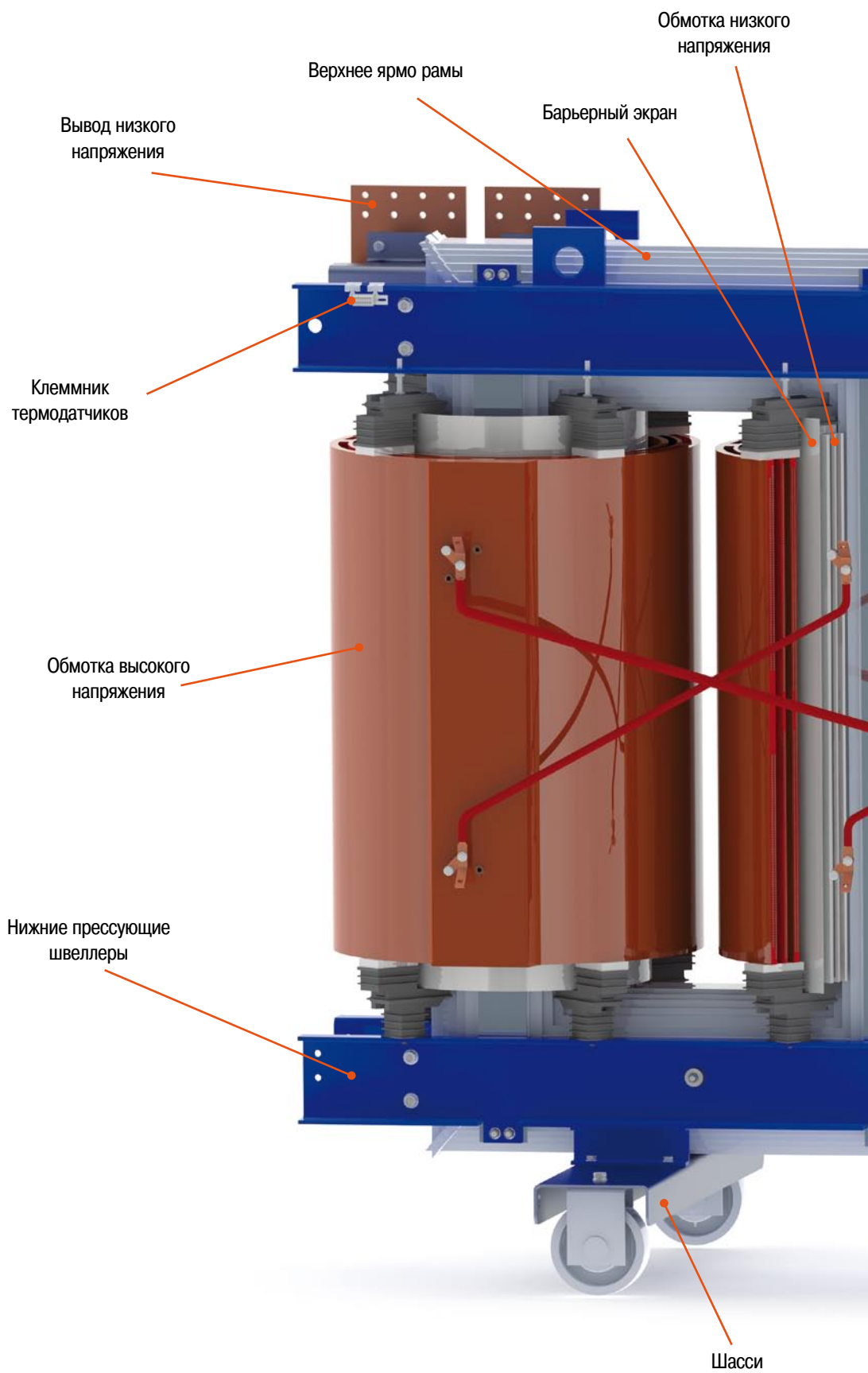
Обработка пластин сердечника термостойким составом удовлетворяет любым условиям эксплуатации, даже экстремальным. Это не только защищает их от коррозии, но и обеспечивает стабильность работы сердечника, так как используемый SGB-SMIT состав проникает между пластинами, прочно «склеивая» их друг с другом.



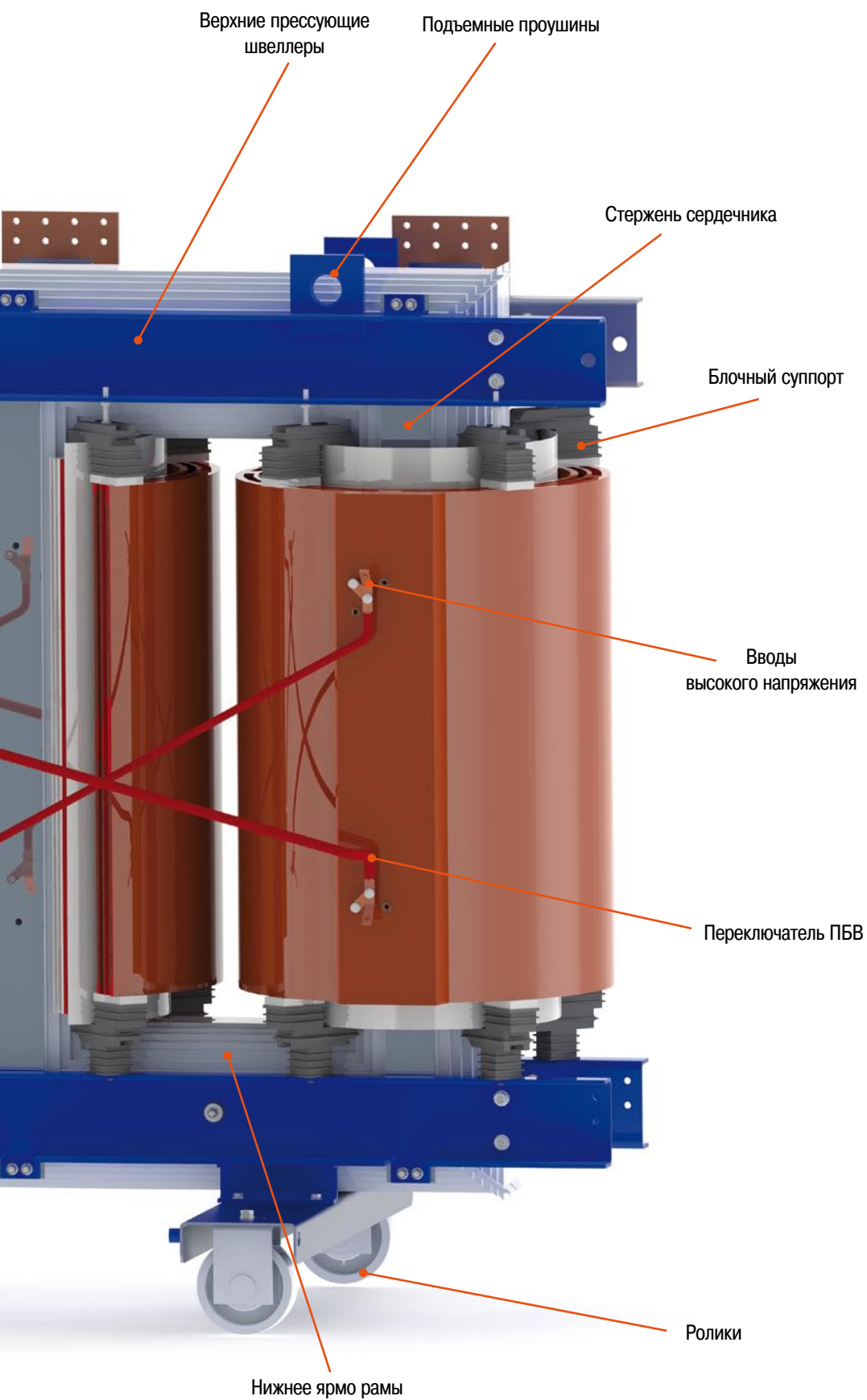
Сердечник стянут рамой, состоящей из верхнего и нижнего ярма, а также прилегающих вплотную к стержням сердечника плоских пластин. Они изготовлены из немагнитной стали и крепко стягивают верхнее и нижнее ярмо. Рама сконструирована таким образом, чтобы пластины сердечника не могли никоим образом сдвинуться относительно друг друга, поскольку только так можно добиться наилучших показателей по уровню потерь и шума. Нижнее ярмо, поддерживаемое суппортами из специального композитного пластика, опирается на две лапы шасси, к которым могут присоединяться ролики, закрепляемые в двух положениях (под 90° одно от другого). В зависимости от требований, продиктованных местом установки, могут применяться различные опции: дополнительные стопоры, тормозные башмаки, виброгасящие подставки ит.п.

# Трансформатор с литой изоляцией — ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ResQ  
Resin Quality by SGB







# UniQ

**Reliable. Proven. Simply fact.**

Открыв производство в 70-х годах прошлого столетия, SGB-SMIT были одними из первых, кто производил литые трансформаторы. Потому мы предлагаем своим клиентам лучшее из накопленного нами опыта и ноу-хау. Особые технологии определяют и выдающееся качество нашей продукции. К примеру, **СВРО (среднее время работы до отказа) превышает 2400 лет.**

**Разумеется, литые трансформаторы SGB-SMIT отвечают всем требованиям в плане качества: класс пожаростойкости F1, экологический класс E2, климатический класс C2.**

И, конечно же, само производство литых трансформаторов на SGB-SMIT сертифицировано по ISO9001 и ISO14001.

У выдающегося качества сухих литых трансформаторов от SGB-SMIT есть имя – УниКью (UniQ). УниКью – это синоним высочайшего качества и эталонных характеристик, которые и делают наши трансформаторы уникальными:

## • Производственный опыт в несколько десятилетий

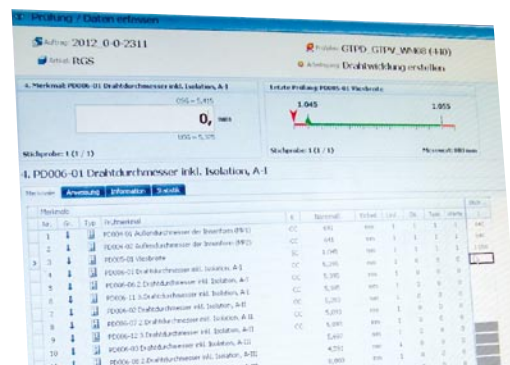
- исчерпывающий опыт: как в эксплуатации по всему миру, так и в управлении производственными площадками на нескольких континентах;
- широчайшая география поставок, для самых разных отраслей промышленности;
- самые современные технологии и обширный опыт в создании спецпродукта для ветряных электростанций континентального базирования: система-кокон для сухого трансформатора «Джет» (Jet-System).
- специально разработанная система «Сейф» (Safe-System) для работы трансформаторов на ветряных электростанциях в условиях открытого моря с многолетним положительным опытом эксплуатации.
- оптимальное решение для применения на любом промышленном объекте и в любом климате (неважно, жарком или холодном) – «Всепогодный сейф» (All Climate Safe System)

## • Уникальная конструкция

- Многослойная обмотка – лучшее и наиболее надежное решение в электротехническом плане. Кстати, практически все производители масляных силовых трансформаторов придерживаются такого же принципа. Миллионы из них обеспечивают стабильность энергоснабжения многие десятилетия по всему миру. SGB-SMIT – единственный производитель сухих трансформаторов, использующий эту технологию!

## • Компьютерный мониторинг производственного процесса

- Взяв за основу скрупулезный анализ, применяемый в автоиндустрии, мы постоянно ведём запись всех значимых при производстве каждого трансформатора параметров, которые затем в режиме онлайн сравниваются с заданными. Переход к следующей производственной операции происходит лишь в том случае, если отклонения не выявлены.
- Эта система позволяет достичь образцового уровня качества на всех наших производственных площадках, на разных континентах.



## Отличительная особенность: собственный ультрасовременный испытательный центр

Серийно продукция SGB-SMIT производится по стандарту IEC (МЭК) 60076-11. Главное преимущество завода SGB в Регенсбурге в том, что предусмотренные данным стандартом испытания (приёмосдаточные, типовые и специальные) проводятся в собственном современном испытательном центре. Таким образом, особые параметры, заявленные в спецификации заказчика, мы также можем протестировать.

- **Приёмосдаточные (рис. 1)**
    - Измерения сопротивления обмотки
    - Измерение коэффициента трансформации и проверка схемы и группы соединения обмоток
    - Измерения напряжения короткого замыкания и потерь короткого замыкания
    - Измерение потерь и тока холостого хода
    - Испытания электрической прочности внутренней и внешней изоляции
    - Измерения уровня частичных разрядов
  - **Типовые испытания:**
    - Испытание грозовым импульсом
    - Испытание на нагрев (рис. 2)
  - **Специальные испытания:**
    - замеры акустических шумов (рис. 3)
    - на подтверждение климатического класса (C2/C3) – рис. 4
    - на подтверждение экологического класса (E2/E3) – рис. 5
- SGB-SMIT – первый в мире производитель трансформаторов, проводящий испытания на классы C2/C3 и E2/E3 в собственных лабораториях.**
- **Специальные тесты (проводятся сторонними организациями):**
    - Тест на пожаростойкость (разрушающий тест)
    - Динамическое испытание на короткое замыкание по стандартам IEC(МЭК) и ГОСТ.

Кроме того, мы провели со сторонними институтами детальные измерения важных технических параметров по таким направлениям, как:

- электромагнитная совместимость (EMC) – вместе с «Систрон ЭМВ» и «Редницэмбах»
- анализ газов, выделяющихся при горении компонентов литого трансформатора совместно с мюнхенским «Альянс-Центром Технологий»;
- испытания на вибростойкость – совместно с институтом Оттобрунна;
- испытания при температурах до  $-50^{\circ}\text{C}$  – вместе с московским центром «Стандартэлектро-С».

Сухие трансформаторы SGB-SMIT поставляются в более чем 50 стран мира. Естественно, конструкция, само производство и испытания соответствуют стандартам, принятым в этих странах: ANSI, IEEE, ГОСТ и т.д.



## Условия в месте установки

Требования к монтажу литых трансформаторов SGB-SMIT на месте установки минимальны. Как того требуют упомянутые выше документы, следует принять во внимание защиту от грунтовых вод, противопожарные меры, соответствие функциональных возможностей нормам DIN VDE 0101, DIN VDE 0108 и ELT Bau VO (аналог ПУЭ в РФ). Для литых трансформаторов SGB-SMIT не требуется проведения водоохраных мероприятий.



Однако, если литой трансформатор с заявленным напряжением выше 1 кВ будет использоваться в строениях, вмещающих большое количество людей, тогда, в соответствии с нормами DIN VDE 0108 и ELT Bau VO, будут применены дополнительные меры, диктуемые этими органами.

Литые трансформаторы SGB-SMIT обеспечивают степень защиты IP00 и предназначены для установки в помещении. Во время работы трансформатора касаться поверхности литой обмотки опасно.

Сухие трансформаторы можно установить в одном помещении с распределительными устройствами среднего и низкого напряжения, при этом электрические соединения будут минимальны по длине. В данном случае не нужны маслосборники или особые меры пожарной безопасности. Можно сэкономить существенные средства при обустройстве трансформаторных отсеков, насколько это позволяют размеры помещения. При наружной установке необходим защитный кожух. В этом случае степень защиты кожуха определяет заказчик.

При проектировании распределительного устройства, необходимо обратить внимание на возможные особые требования к установке трансформатора на площадке. Так, особые меры требуются в случае использования литого трансформатора на высоте более 1000 м из-за низкой плотности воздуха. Используя трансформаторы SGB-SMIT на судах, экскаваторах, в сейсмоактивных зонах, на ветряных электростанциях ит.д. – там, где внешние механические воздействия наиболее сильны, важно предусмотреть специальные конструкторские решения. SGB-SMIT в отдельных случаях берет в расчет и особые температурные режимы работы своих трансформаторов – в экстремально холодных или тропических зонах. Тогда технологический расчёт трансформатора будет соответственно адаптирован к местным условиям.

Помимо всего прочего, решающим преимуществом трансформаторов SGB-SMIT является то, что все его узлы и детали хорошо просматриваются, какие-либо механические повреждения легко заметить и мгновенно принять меры.

## Эффективность

Трансформатор – товар недешевый, его срок службы исчисляется десятилетиями. Поэтому покупатель должен подумать не только о закупочной цене, но более всего – о неизбежных расходах в процессе эксплуатации, возникающих из-за потерь холостого хода (сердечник) и потерь при работе под нагрузкой (обмотки).

SGB-SMIT предлагает различные варианты потерь своих трансформаторов: от стандартных до существенно пониженных значений.

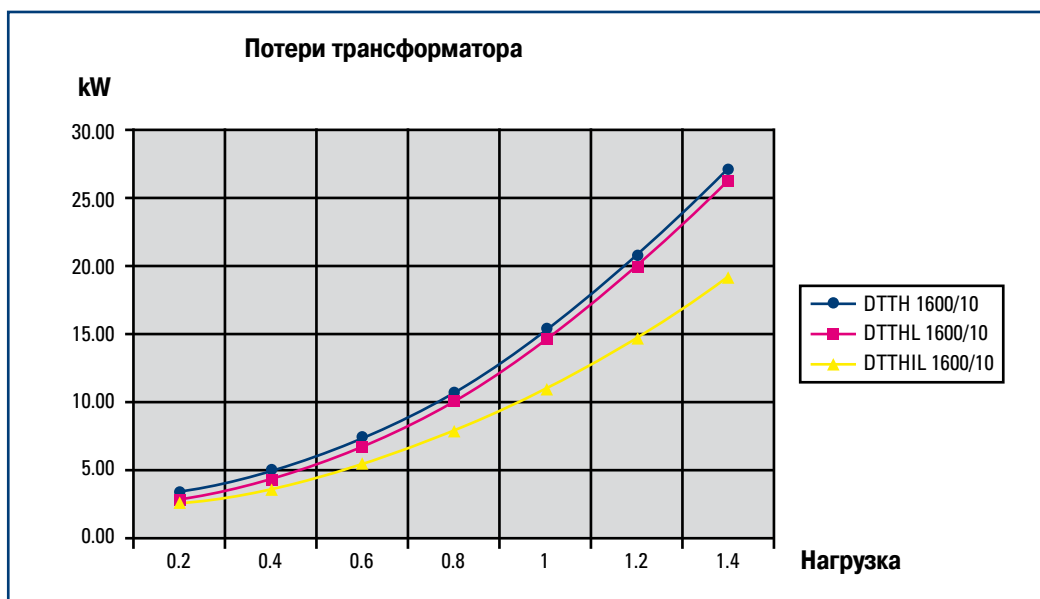


Диаграмма «собственные потери по отношению к нагрузке трансформатора»

Увеличение закупочной стоимости из-за применения более качественных материалов для магнитопровода и обмоток компенсируется затем более низкими расходами при эксплуатации.

Относительно просто рассчитать затраты на потери холостого хода, поскольку они присутствуют в течение всего времени работы трансформатора (8760 часов в году). Несколько сложнее рассчитать затраты при работе под нагрузкой: они демонстрируют квадратичную зависимость к изменению нагрузки в ту или иную сторону.

Использование трансформаторов с пониженными потерями холостого хода выгодно еще и потому, что они издают меньше акустических шумов.

## Шумы

Для достижения определенного уровня потерь и акустического шума наряду с выбором индукции и материалов сердечника, важен также способ шихтовки пластин в ярме и стержнях магнитопровода по применяемой нами технологии «степ-лэп».

Электрические размыкатели могут привносить высокие токовые гармоники в сети и значительно повышать шум от работающего трансформатора. Его можно снизить за счет уменьшения индукции.

Практическим примером могут служить следующие цифры, определяющие уровень шумов, издаваемых литым трансформатором при работе без принудительной вентиляции:

A – взвешенный уровень звукового давления  $L_{PA}$ , выраженный в дБ

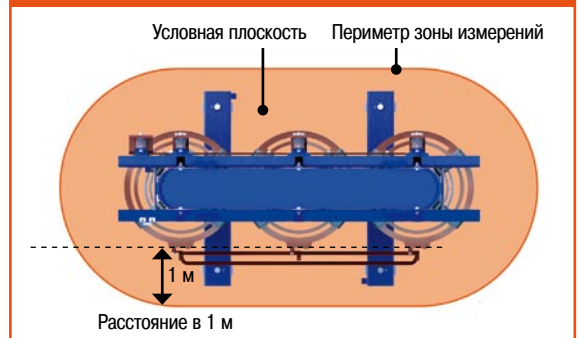
A – взвешенный уровень звуковой мощности  $L_{WA}$ , выраженный в дБ, и уровень звука на измерительной поверхности  $L_S$ , выраженный в дБ.

Определение этих величин и метод измерения шума задан нормами DIN EN 60076-10 (Союз германских электротехников).

Основные термины здесь таковы:

- Условная плоскость измерений (включает зону, очерченную методом «натянутой струны»)
- Длина измерительного пути  $p_m$  в м;
- Измерительная площадь  $S$  в  $m^2$  (для лучшего понимания см. рисунок)

Определение точек замеров при проведении акустических испытаний сухих трансформаторов без кожуха



У масляных трансформаторов, к бакам которых можно прикасаться, шумы измеряются на расстоянии 0,3 м от бака. У литых же трансформаторов с учётом их защитной зоны измерения проводятся на расстоянии 1 м от излучающей поверхности.

Нормы DIN EN 60076-10 определяют следующую взаимозависимость между  $L_{WA}$ ,  $L_{PA}$  и  $L_S$ :

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

$$L_S = 10 \lg S : S_0 \text{ дБ}$$

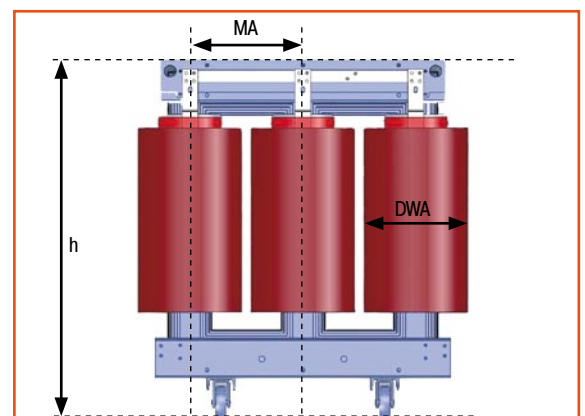
$$S = 1,25 h \times p_m \text{ и } S_0 = 1 \text{ м}^2$$

$$p_m = 4 MA + (DWA + 2) \pi$$

MA = расстояние между центрами катушек в м

DWA = наружный диаметр катушки в м

h = высота сердечника в м



## Перегрузочная способность

Благодаря использованию стекловолкна в литых обмотках и наличию в них охлаждающих каналов, наши трансформаторы как никакие прочие подготовлены к возможным высоким кратковременным перегрузкам. Эта способность очень важна в случаях резких скачков нагрузки, как это часто случается при работе с приводами, ветряными и солнечными генераторами энергии.

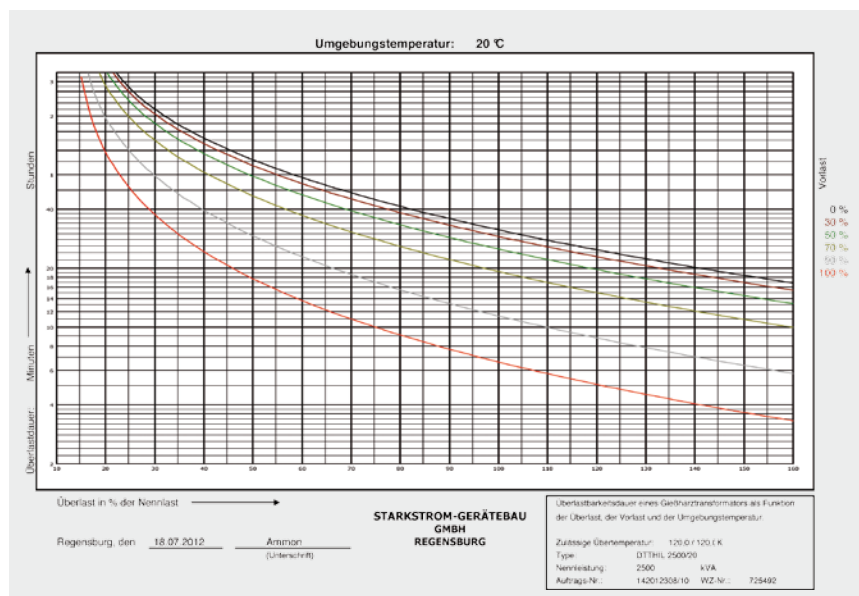
По стандартам IEC (МЭК) трансформатор с классом изоляции F должен выдерживать кратковременный нагрев до 180°C без ущерба для себя. Наш выбор номинальной температуры трансформатора отталкивается от максимально допустимой температуры обмотки НН. Она составляет 120°C - 150°C (с учетом самой горячей точки в зоне замеров), в зависимости от нагрева и максимальной температуры окружающего воздуха 40°C, установленного нормами VDE 0532, в части 6.

Если на практике нагрузка будет ниже номинальной, а температура среды ниже 40°C, значит и температура обмотки не возрастет до критической. В таком ключе можно допускать и перегрузку, пока не будет достигнута заданная для термодатчиков критическая температура срабатывания. Величина и длительность возможной перегрузки будут зависеть от предыдущей нагрузки трансформатора, температуры окружающей среды и от тепловой постоянной времени для данной обмотки. Эта зависимость отражена на диаграмме для литого трансформатора мощностью 2500 кВА, при температуре окружающего воздуха 20°C, при различных длительных предварительных нагрузках. Из графика видно, что трансформатор работающий длительно при 100% номинальной нагрузке, может работать примерно 40 минут при 130%-й нагрузке до срабатывания системы термоконтроля.

Поскольку понятие «тепловая постоянная времени» обмотки зависима от большого количества технических параметров и особенностей конструкции, невозможно построить более точной общей диаграммы перегрузочной способности. По запросу мы предоставляем такие диаграммы, используя специальные компьютерные программы, приняв во внимание все нюансы конструкции.

Мы сознательно указываем возможности наших трансформаторов в плане стойкости к перегрузкам только до точки срабатывания термозащиты. Возможности же, оставшиеся за пределами этой точки, мы здесь не рассматриваем.

Резервы еще есть!..



## Электронные регуляторы

Сегодня контроллерами (электронными регуляторами) пользуется не только «крупный» потребитель, а практически любой, особенно если речь о приводах электродвигателей самых разных мастей. Их широкое использование привело к большим нагрузкам от токовых гармоник в питающих сетях.

При разработке наших трансформаторов мы учитываем следующие моменты:

- **Сетевые гармоники напряжения влияют на индуктивность, увеличивают потери холостого хода, уровень шума и повышают температуру трансформатора**
- **Сетевые токовые гармоники особенно увеличивают рассеивающие потери в обмотках**
- **Скачки напряжения и высокочастотные импульсы подвергают изоляцию серьезным нагрузкам**
- **Резкие колебания нагрузки подвергают обмотки, сердечник и скрепляющие их элементы сильным термическим и механическим воздействиям.**

Требования, содержащиеся в спецификациях клиентов и особенно касающиеся гармоник, вынуждают SGB-SMIT адаптировать к ним свою продукцию.

Литые трансформаторы SGB-SMIT прекрасно подходят для работы с кратковременными перегрузками и с частотными преобразователями. Благодаря заливке проводников, витки не могут смещаться при колебаниях нагрузки. Низкая плотность магнитного поля и индукции, высокий температурный класс – также являются здесь весомыми аргументами.

Следуя требованиям клиентов, мы конструируем и многообмоточные трансформаторы. В этой связи важно, что такой трансформатор не просто готов к работе, а что основные его параметры точно подобраны под специфику конкретной энергетической сети.





## Контроль температуры

Стандартно на любом трансформаторе контроль температуры осуществляется посредством РТС (терморезисторы, сопротивление которых быстро меняется в случае достижения определенного значения температуры). Так как обмотки ВН и НН находятся в температурном равновесии к друг другу, термисторы устанавливаются в обмотку НН, изоляция которой подходит для этого лучше. Они защищают покрытые смолой обмотки ВН от недопустимо высоких температур, возникающих при перегрузках, недостаточном охлаждении или высокой температуре окружающего воздуха. По требованию клиента можно оснастить термозащиту датчиками РТ100, также возможен мониторинг температуры сердечника посредством РТ100 или РТС.

Как правило, применяются две системы контроля:

- **Предупреждение**

Эта система сигнализирует о том, что температура перешла границу, за которой будет уменьшаться срок службы трансформатора, т.е., длительная работа со 100%-й нагрузкой при температуре окружающей среды 20°C. Система служит для предупреждения оператора о необходимости снижения нагрузки.

- **Тревога (отключение)**

Эта система настроена на максимальную пороговую температуру, допустимую для заявленного класса изоляции. При ее достижении трансформатор должен быть отключен. Эксплуатация при температурах, превышающих норму, сокращает срок службы трансформатора. Провода от трех терморезисторов выведены на клеммник. От него идут два провода к считывающему прибору, который поставляется с трансформатором (не установленным) и может быть укреплен, например, где-нибудь в распредустройстве.

Прибор	TS-01 / TS-02	Тес119 / Тес154	TR250	TR600	TR800
Перем. ток	24/40 – 270 В	24 – 240 В	24 - 240 В	24 - 60 В / 90 - 240 В	24 - 240 В
Пост. ток	40/24 - 240 В	24 - 240 В	24 - 240 В	24 - 60 В / 90 - 240 В	24 - 240 В
РТ100	0 / 1	0 / 4	3	6	8
РТС	2 цепи	3 цепи <sup>1)</sup> / 0	3 цепи	нет	8
Упр-е вентил-ми	нет/да	да	да	да	да
Тревога	контакт 2-стор. действия	контакт 2-стор. действия	контакт 2-стор. действия	контакт 2-стор. действия	контакт 2-стор. действия
Предупр-е	конт. 2-стор. действ	конт. 2-стор. действ	конт. 2-стор. действ	нет	конт. 2-стор. действ
Ошибка	нет / контакт 2-стор. действия	контакт 2-стор. действия	контакт 2-стор. действия	нет	контакт 2-стор. действия
Светодиод	Тревога, Предупр-е, Сеть, Вентиляция (TS-02)	Тревога, Предупреждение, Сеть, Вентиляция	Предупр-е, Датчики	Предупр-е, Датчики	Тревога, Предупр-е, Сеть, Вентиляция
Состояние датчиков	нет / да	да	да	да	да
Контакты	6 А; ~230 В	5 А; ~250 В	5 А; ~400 В Пост. ток: 330 В	~415 В x 5 А Пост. ток: 24В x 48 Вт	~250 В x 8 А
Темп. окр. среды	-10°C ÷ +50 °C	-20°C ÷ +60 °C	-20°C ÷ +65°C	-20°C ÷ +65°C	-20°C ÷ +65°C
Цифровой дисплей	нет/да	нет/да	нет	да	да
Программир-е	нет/только вент.	да <sup>2)</sup> / да	да	да	да
RS232 / RS485	нет	нет	нет	RS485	RS485 и Интернет
Аналог [мА]	нет	нет	нет	нет (допустимо TR400)	нет
Особенности		3 цепи; от 1 до 6 РТС-термисторов на каждый	Привод контроллера слежения за трансформатором (2-3 точки)	Прецизионная подача данных со входа на выходные сигналы	Доступ через Интернет

<sup>1)</sup> каждый от 1 до 6 РТС термисторов --> подходит для 2-ярусного трансформатора

<sup>2)</sup> только контроллер вентиляторов

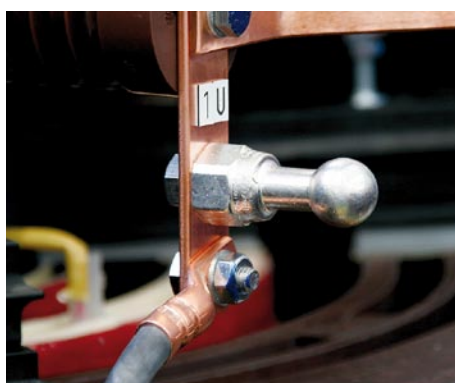
### Аксессуары и дополнительные принадлежности

#### Оборудование трансформатора

В дополнение к основным узлам трансформатора – сердечнику, катушкам и обеспечивающей механическую прочность раме, часто требуется прочее вспомогательное оборудование для достаточной интеграции трансформатора в соответствующую энергосистему.

Мы предлагаем следующие опции:

- трансп. тележка на роликах
- стопорный механизм
- виброгасители
- заземляющий круглый наконечник
- заземляющий разъединитель, заземляющий гарнитур
- комплект вентиляторов (увеличивает мощность на 40%)
- оптический контроль температуры
- сейсмостойкая конструкция
- заземляющий экран
- переключение по ВН
- термодатчики РТС / РТ100
- термометр с круглой шкалой
- аппарат для «разгона» трансформатора при включении
- трансформатор тока (ВН или НН)
- специальные испытания (например, на самозатухаемость при горении)
- испытания на классы E2/C2 в заводском испытательном центре



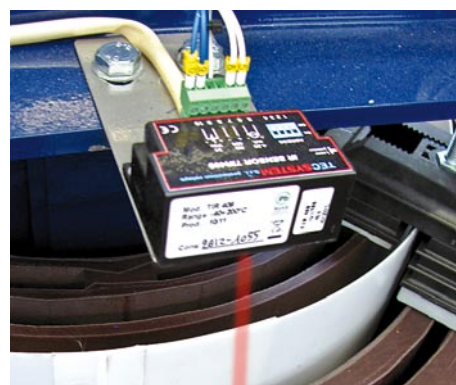
заземляющий круглый наконечник



Термодатчики РТС/РТ100



Вентиляторы



оптическое измерение температуры

## Защитные кожухи

К литым трансформаторам, ввиду специфики их конструкции, нельзя прикасаться. Поэтому, в случае установки в помещении, доступном для неквалифицированного персонала, необходимы защитные конструкции и/или кожух, чья степень защиты определяется в соответствии с нормами DIN 40 050 и DIN 57 101 / VDD 101.

### Кожухи для продукции SGB-SMIT:

- возможна степень защиты от IP20 до IP44
- методы охлаждения от AN (естественно-воздушный) либо AF (принудительная вентиляция) до AFWF (принудительный вода/воздух)
- стандартные недорогие кожухи с различным дополнительным оборудованием
- непосредственная сборка в цехе (трансформатор в кожухе) перед отгрузкой
- мы рекомендуем IP23 для внутренней установки и IP33 для наружной
- возможна установка вентиляторов в крышу кожуха
- стандартный цвет окраски RAL 7032 или 7035. Другие цвета возможны по запросу
- для присоединения кабелем снизу имеется съёмная панель и металлические кронштейны для поддержки кабелей
- присоединение сверху – через съёмную панель на крыше кожуха

У кожухов имеются люки для притока и оттока воздуха при естественном или принудительном охлаждении. При монтаже на месте установки необходимо обеспечить достаточный для охлаждения объем протекающей через помещение воздушной массы.

### Бюджетные стандартные кожухи:

- 3 типоразмера
- Степень защиты IP 21
- Напольной установки
- Со встроенными кабельными держателями NIEDAX
- отгружаются в собранном или разобранном виде - для сборки на месте установки
- Детали кожуха сделаны из листовой стали, оцинкованной методом горячей гальванизации

Тип	Длина	Ширина	Высота	Вес	до кВА/кВ
SGB 1	1.700 мм	1.100 мм	1.700 мм	≈ 150 кг	800 кВА/20 кВ
SGB 2	2.200 мм	1.200 мм	2.200 мм	≈ 215 кг	1.600 кВА/20 кВ
SGB 3	2.700 мм	1.500 мм	2.400 мм	≈ 300 кг	2.500 кВА/20 кВ

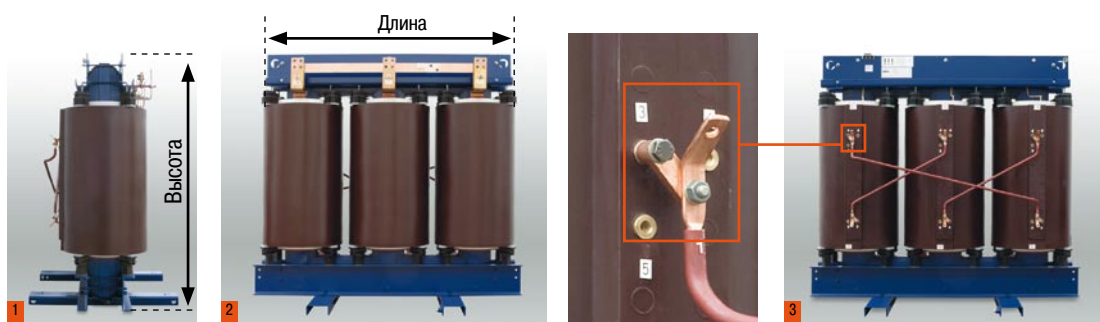
Другие типы кожухов также доступны по запросу.

### Особые конструкции кожухов:



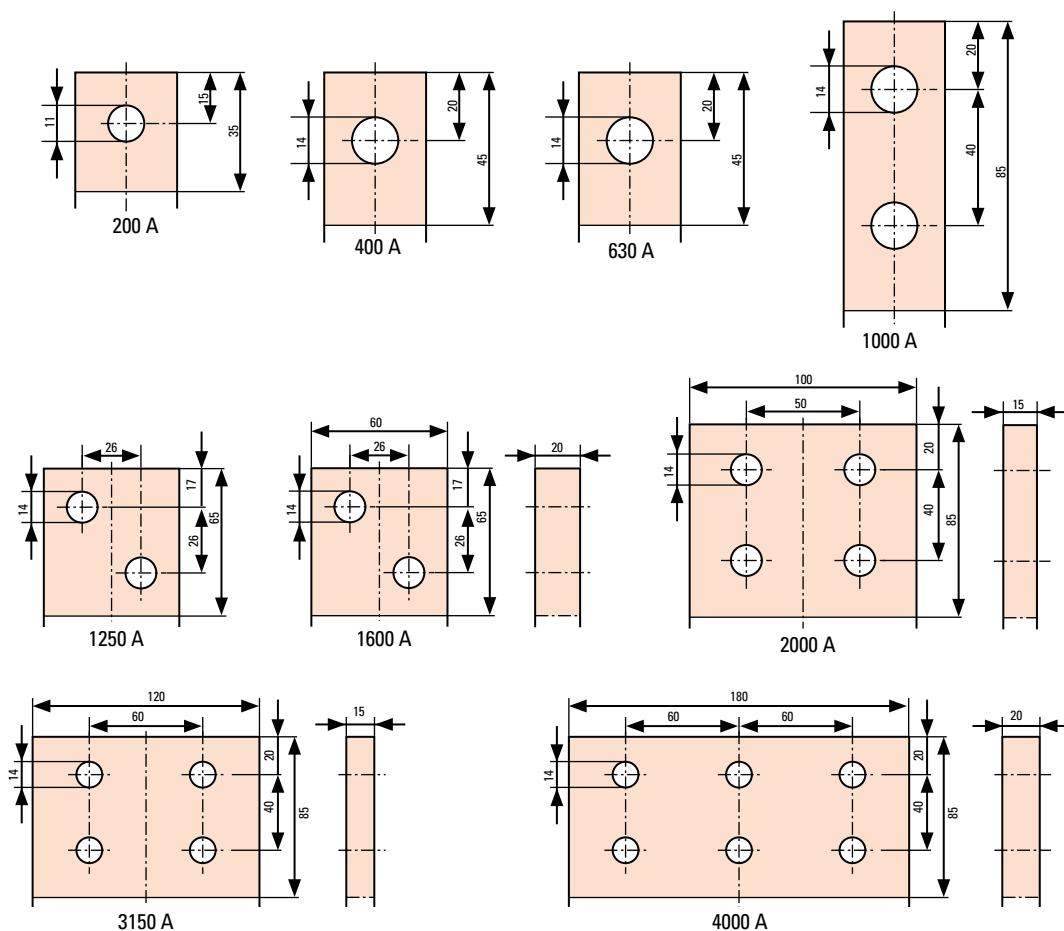
### Электрические вводы

- Стандартно вводы высокого и низкого напряжения расположены на противоположных (фронтальной и тыльной) сторонах трансформатора (рис. 1)
- Шины вводов НН, включая изолированную нейтраль, расположены вертикально на самом верху катушек (рис. 2)
- Вводы ВН электрически и механически интегрированы в литое тело катушки высокого напряжения вместе с планками переключателя ступеней ПБВ (рис. 3)



Ввод ВН с переключателем ПБВ

Шины вводов НН имеют крепежные отверстия в соответствии с нормами DIN 46206 (рис. 2)



**Таблица основных параметров, линейка 10 кВ ( $U_{\text{макс}} = 12 \text{ кВ}$ )**

ДТТН (EN 50541-1, Вк/Со); ДТТНЛ (EN 50541-1, Вк/В0), ДТТНН (EN 50541-1, Ак/А0)

ДТТНМ: специальное исполнение со значительно пониженным уровнем шума ( $L_{\text{WA}}$ )

ДТТНЛ: Значительно пониженные потери

Мощность кВА	Тип	ВН - НН кВ	$P_0$ Вт	$P_k$ 120°C Вт	$U_k$ %	$L_{\text{WA}}$ дБ (А)	Длина мм	Ширина мм	Высота мм	Общий вес кг
100	ДТТНЛ	10 - 0,4	330	2000	4	51	920	670	1050	550
160	ДТТНЛ	10 - 0,4	450	2700	4	54	1100	670	1100	850
250	ДТТНЛ	10 - 0,4	610	3500	4	57	1140	670	1200	1050
250	ДТТНМ	10 - 0,4	500	3500	4	52	1160	670	1150	1200
400	ДТТН	10 - 0,4	1150	4900	4	68	1300	820	1400	1200
400	ДТТНЛ	10 - 0,4	880	4900	4	60	1300	820	1400	1400
400	ДТТНМ	10 - 0,4	700	4900	4	54	1400	820	1400	1700
400	ДТТНЛ	10 - 0,4	880	4900	6	60	1350	820	1400	1300
630	ДТТН	10 - 0,4	1500	7300	4	70	1450	820	1500	1750
630	ДТТНЛ	10 - 0,4	1150	7300	4	62	1400	820	1500	2000
630	ДТТНМ	10 - 0,4	950	7300	4	53	1450	820	1600	2000
630	ДТТНН	10 - 0,4	1000	6700	4	62	1400	820	1800	2000
630	ДТТНЛ	10 - 0,4	1150	7300	6	62	1520	820	1440	1800
800	ДТТН	10 - 0,4	1800	9000	6	71	1600	820	1450	1900
800	ДТТНЛ	10 - 0,4	1300	9000	6	65	1600	820	1500	2000
800	ДТТНН	10 - 0,4	1100	8000	6	64	1560	820	1980	2500
800	ДТТНЛ	10 - 0,4	1350	5700	6	61	1640	820	1700	2600
1000	ДТТН	10 - 0,4	2100	10000	6	73	1600	980	1600	2150
1000	ДТТНЛ	10 - 0,4	1500	10000	6	67	1660	980	1760	2300
1000	ДТТНН	10 - 0,4	1300	9000	6	65	1700	980	1950	3100
1000	ДТТНЛ	10 - 0,4	1550	6800	6	63	1750	980	1850	3200
1250	ДТТН	10 - 0,4	2500	12000	6	75	1740	980	1760	2700
1250	ДТТНЛ	10 - 0,4	1800	12000	6	69	1780	980	1850	3100
1250	ДТТНН	10 - 0,4	1500	11000	6	67	1800	980	2050	3700
1250	ДТТНЛ	10 - 0,4	1850	8700	6	64	1800	980	2050	3650
1600	ДТТН	10 - 0,4	2800	14500	6	76	1750	980	2050	3250
1600	ДТТНЛ	10 - 0,4	2200	14500	6	71	1820	980	2000	3750
1600	ДТТНН	10 - 0,4	1800	13000	6	68	1900	980	2050	4350
1600	ДТТНЛ	10 - 0,4	2250	10000	6	65	1950	980	2150	4600
2000	ДТТН	10 - 0,4	3600	18000	6	78	2040	1270	2100	4300
2000	ДТТНЛ	10 - 0,4	2600	18000	6	71	1900	1270	2200	4400
2000	ДТТНН	10 - 0,4	2200	15500	6	70	2000	1270	2100	5000
2000	ДТТНЛ	10 - 0,4	2800	13300	6	67	1960	1270	2200	4800
2500	ДТТН	10 - 0,4	4300	21000	6	81	2100	1270	2200	4900
2500	ДТТНЛ	10 - 0,4	3200	21000	6	75	2100	1270	2240	5600
2500	ДТТНН	10 - 0,4	2600	18500	6	71	2050	1270	2350	5500
2500	ДТТНЛ	10 - 0,4	3150	17000	6	68	2100	1270	2200	5900
3150	ДТТН	10 - 0,4	5300	26000	6	83	2250	1270	2250	5800
3150	ДТТНЛ	10 - 0,4	3800	26000	6	77	2250	1270	2350	6600
3150	ДТТНН	10 - 0,4	3150	22000	6	74	2250	1270	2500	7600
4000	ДТТНЛ	10 - 0,69	6500	30000	8	74	2550	1270	2350	7400
4000	ДТТНЛ	10 - 6,0	5500	22000	8	74	2700	1270	2650	7800
5000	ДТТНЛ	10 - 0,69	8000	26500	8	76	2700	1270	2550	10500
5000	ДТТНЛ	10 - 6,0	6500	25500	7	77	2700	1705	2450	11500
6300	ДТТНЛ	10 - 6,0	9000	30500	7	78	3000	1705	2600	13000
8000	ДТТНЛ	10 - 6,0	12000	33500	7	81	3100	1705	2750	16500
10000	ДТТН	10 - 6,0	14000	50500	10	84	3450	1705	2500	18400

**Таблица основных параметров, линейка 20 кВ ( $U_{\text{макс}} = 24 \text{ кВ}$ )**

DTTH (EN 50541-1, Вк/Со); DTTHL (EN 50541-1, Вк/В0), DTTHN (EN 50541-1, Ак/А0)

DTTHM: специальное исполнение со значительно пониженным уровнем шума ( $L_{\text{WA}}$ )

DTTHIL: Значительно пониженные потери

Мощность кВА	Тип	ВН - НН кВ	$P_0$ Вт	$P_k$ 120°C Вт	$U_k$ %	$L_{\text{WA}}$ дБ (А)	Длина мм	Ширина мм	Высота мм	Общий вес кг
100	DTTHL	20 - 0,4	340	2050	6	51	1280	670	1350	800
160	DTTHL	20 - 0,4	480	2900	6	54	1150	670	1250	850
250	DTTHL	20 - 0,4	650	3800	6	57	1340	670	1300	1100
250	DTTHM	20 - 0,4	530	3800	6	49	1400	670	120	1150
400	DTTH	20 - 0,4	1200	5500	6	68	1500	820	1460	1350
400	DTTHL	20 - 0,4	940	5500	6	60	1500	820	1500	1400
400	DTTHM	20 - 0,4	770	5500	6	52	1550	820	1460	1800
400	DTTHXL	20 - 0,4	1100	4900	4	68	1450	820	1480	1500
630	DTTH	20 - 0,4	1650	7600	6	70	1600	820	1550	1750
630	DTTHL	20 - 0,4	1250	7600	6	62	1600	820	1650	2100
630	DTTHM	20 - 0,4	1000	7600	6	56	1600	820	1700	2350
630	DTTHN	20 - 0,4	1100	7100	6	62	1620	820	1750	2150
630	DTTHXL	20 - 0,4	1600	6900	4	70	1500	820	1600	2350
800	DTTH	20 - 0,4	2000	9400	6	72	1600	820	1750	2100
800	DTTHL	20 - 0,4	1500	9400	6	64	1660	820	1660	2250
800	DTTHN	20 - 0,4	1300	8000	6	64	1720	820	1850	2700
800	DTTHIL	20 - 0,4	1450	5900	6	62	1820	820	1660	2700
1000	DTTH	20 - 0,4	2300	11000	6	73	1700	980	1840	2400
1000	DTTHL	20 - 0,4	1800	11000	6	65	1800	980	1850	2650
1000	DTTHN	20 - 0,4	1550	9000	6	65	1800	980	2000	3100
1000	DTTHIL	20 - 0,4	1700	7200	6	62	1840	980	2000	3350
1250	DTTH	20 - 0,4	2800	13000	6	75	1850	980	1900	3000
1250	DTTHL	20 - 0,4	2100	13000	6	67	1900	980	2100	3500
1250	DTTHN	20 - 0,4	1800	11000	6	67	1900	980	2100	3700
1250	DTTHIL	20 - 0,4	2200	8650	6	53	1900	980	1950	3700
1600	DTTH	20 - 0,4	3100	16000	6	76	1940	980	2100	3600
1600	DTTHL	20 - 0,4	2400	16000	6	68	1900	980	2200	4100
1600	DTTHN	20 - 0,4	2200	13000	6	68	2000	980	2100	4350
1600	DTTHIL	20 - 0,4	2450	10450	6	65	1960	980	2200	4600
2000	DTTH	20 - 0,4	4000	19500	6	78	2100	1270	2200	4300
2000	DTTHL	20 - 0,4	3000	18000	6	73	2100	1270	2250	4800
2000	DTTHN	20 - 0,4	2600	16000	6	70	2100	1270	2250	4900
2000	DTTHIL	20 - 0,4	3000	13500	6	68	2100	1270	2250	5400
2500	DTTH	20 - 0,4	5000	23000	6	81	2250	1270	2300	5400
2500	DTTHL	20 - 0,4	3600	23000	6	71	2200	1270	2300	6100
2500	DTTHN	20 - 0,4	3100	19000	6	71	2100	1270	2350	5700
2500	DTTHIL	20 - 0,4	3700	16300	6	68	2200	1270	2300	6350
3150	DTTH	20 - 0,4	6000	28000	6	83	2300	1270	2400	6400
3150	DTTHL	20 - 0,4	4300	28000	6	74	2450	1270	2450	7200
3150	DTTHN	20 - 0,4	3800	22000	6	74	2350	1270	2550	8200
4000	DTTHIL	20 - 0,69	7200	22500	6	74	2500	1270	2500	8500
5000	DTTHIL	20 - 0,69	8000	25000	7	76	2700	1270	2550	10500
6300	DTTHIL	20 - 6,0	9000	30500	7	78	3000	1705	2600	13000
8000	DTTHIL	20 - 6,0	12000	33500	7	81	3100	1705	2750	16500
10000	DTTHIL	20 - 6,0	14000	41500	7	84	3200	2050	2800	18000

### Таблица основных параметров, линейка 30 кВ ( $U_{\text{макс}} = 36 \text{ кВ}$ )

DTTH (EN 50541-1, Вк/Co); DTTHL (EN 50541-1, Вк/В0), DTTHN (EN 50541-1, Ак/А0)

DTTHM: специальное исполнение со значительно пониженным уровнем шума ( $L_{\text{WA}}$ )

DTTHIL: Значительно пониженные потери

Мощность кВА	Тип	ВН - НН кВ	$P_0$ Вт	$P_k$ 120°C Вт	$U_k$ %	$L_{\text{WA}}$ дБ (А)	Длина мм	Ширина мм	Высота мм	Общий вес кг
630	DTTH	30 - 0,4	2200	8000	6	71	1850	670	2050	2350
630	DTTHL	30 - 0,4	1600	7500	6	68	1900	670	2050	2550
630	DTTHN	30 - 0,4	1400	7500	6	63	1850	670	2050	2750
630	DTTHIL	30 - 0,4	1400	7000	6	63	1850	670	2050	2800
800	DTTH	30 - 0,4	2700	9600	6	72	1900	820	2050	2500
800	DTTHL	30 - 0,4	1900	9000	6	69	1900	820	2050	2650
800	DTTHN	30 - 0,4	1650	9000	6	64	1850	820	2050	2900
800	DTTHIL	30 - 0,4	1650	8400	6	64	1850	820	2050	3000
1000	DTTH	30 - 0,4	3100	11500	6	73	2050	980	2050	2950
1000	DTTHL	30 - 0,4	2250	11000	6	70	2050	980	2150	3150
1000	DTTHN	30 - 0,4	1900	11000	6	65	2000	820	2200	3600
1000	DTTHIL	30 - 0,4	1900	10000	6	65	2000	820	2200	3700
1250	DTTH	30 - 0,4	3600	14000	6	75	2150	980	2100	3500
1250	DTTHL	30 - 0,4	2600	13000	6	72	2050	980	2300	3850
1250	DTTHN	30 - 0,4	2200	13000	6	67	2150	980	2300	4250
1250	DTTHIL	30 - 0,4	2200	12000	6	67	2100	980	2300	4350
1600	DTTH	30 - 0,4	4200	17000	6	76	2200	980	2300	4200
1600	DTTHL	30 - 0,4	3000	16000	6	73	2200	980	2350	4850
1600	DTTHN	30 - 0,4	2550	16000	6	68	2250	980	2450	5100
1600	DTTHIL	30 - 0,4	2550	14000	6	68	2300	980	2450	5250
2000	DTTH	30 - 0,4	5000	21000	6	78	2350	1270	2400	5000
2000	DTTHL	30 - 0,4	3500	19500	6	74	2400	1270	2400	6200
2000	DTTHN	30 - 0,4	3000	18500	6	72	2400	1270	2550	7700
2000	DTTHIL	30 - 0,4	3000	17000	6	72	2450	1270	2550	7800
2500	DTTH	30 - 0,4	5800	25000	6	81	2500	1270	2450	6100
2500	DTTHL	30 - 0,4	4200	22500	6	78	2500	1270	2500	7500
2500	DTTHN	30 - 0,4	3500	22500	6	73	2550	1270	2650	9150
2500	DTTHIL	30 - 0,4	3500	20000	6	73	2550	1270	2650	9300
3150	DTTH	30 - 0,4	6700	30000	6	83	2650	1270	2650	7750
3150	DTTHL	30 - 0,4	5000	27500	6	81	2650	1270	2650	8850
3150	DTTHN	30 - 0,4	4100	27500	6	76	2700	1270	2700	10900
3150	DTTHIL	30 - 0,4	4100	25000	6	76	2700	1270	2700	11400
4000	DTTHIL	30 - 0,69	8000	28200	8	76	2750	1270	2700	8750
5000	DTTHIL	30 - 0,69	8500	32000	8	76	2900	1270	2350	11000
5000	DTTHIL	30 - 6,0	8500	30000	7	77	3000	1705	2650	12500
6300	DTTHIL	30 - 6,0	10000	30000	7	79	3100	1705	2800	15000
8000	DTTHIL	30 - 6,0	14500	37000	8	81	3320	1815	2630	13650
10000	DTTHIL	30 - 6,0	17500	49500	8	85	3540	1835	2700	19000

#### Следующее относится ко всем таблицам на стр. 21 -23:

- Установка в помещении, классы E2; C2; F1 с ПБВ  $\pm 2 \times 2,5\%$ , схема/группа соединения обмоток Дуп 5/11 ( $\Delta/\text{Yn}5$ ,  $\Delta/\text{Yn}11$ )
- Габариты, вес и уровни акустического шума стандартных значений.
- Показатели звуковой мощности даны при естественном охлаждении, без защитного кожуха.
- Напряжение грозового импульса соответствует нормам IEC 60 076.
- Уровень звукового давления измерен на расстоянии 1 м  $\{L_p(A) \text{ в } [дБ(A)]\}$

Другие мощности, схемы и группы соединения обмоток, прочие параметры, отличные от стандартных, могут быть также изготовлены по спецзаказу.

Детальная информация, касающаяся конструктивных особенностей, инструкции по монтажу и эксплуатации ит.п., доступны в сети Интернет по адресу: [www.sgb-smit.com/de/produkte/giessharztransformatoren.html](http://www.sgb-smit.com/de/produkte/giessharztransformatoren.html)

# Partners in Power

## **STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH**

Ohmstrasse 10 • D-93055 Regensburg

Телефон: +49 / 941 / 7841-0

Телефакс: +49 / 941 / 7841-439

E-Mail: [sgb@sgb-trafo.de](mailto:sgb@sgb-trafo.de)

[www.sgb-trafo.de](http://www.sgb-trafo.de)

Предприятия группы **SGB-SMIT**:

### **STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH**

Regensburg | Германия | Телефон: +49 / 941 / 7841-0

### **SÄCHSISCH-BAYERISCHE STARKSTROM-GERÄTEBAU GMBH**

Neumark | Германия | Телефон: +49 / 37600 / 83-0

### **SMIT TRANSFORMATOREN B.V.**

Nijmegen | Голландия | Телефон: +31 / 24 / 3568-911

### **SMIT TRANSFORMATOR SERVICE**

Nijmegen | Голландия | Телефон: +31 / 24 / 3568-626

### **SMIT TRANSFORMER SALES INC.**

Summerville SC | США | Телефон: +1 / 843 / 871-34 34

### **SGB-USA INC.**

Golden, CO | США | Телефон: +1 / 720 / 897-70 90

### **OTC SERVICES INC.**

Louisville, OH | США | Телефон: +1 / 330 / 871-24 44

### **AM SGB SDN. BHD.**

Nilai | Малазия | Телефон: +60 / 6 / 799 40 14

[www.sgb-smit.com](http://www.sgb-smit.com)



Partners in Power

