



# Трансформируя чистую энергию в ее стабильную подачу

Силовые трансформаторы свыше 200 МВА

Answers for energy.

**SIEMENS**

**SIEMENS**  
siemens-russia.com



## Трансформируя практическое применение в производственные показатели

Обеспечить надежность энергоснабжения потребителя – основное требование ко всем видам силовых трансформаторов. Однако каждый из них уникален: разработан в соответствии с индивидуальными факторами, такими как напряжение и мощность тока, климат, особенности системы, уровень шума и многими другими. Компания Siemens является вашим партнером, который учитывает все эти требования и преобразует их в наиболее приемлемые решения, обеспечивая максимальное качество. Наши силовые трансформаторы, которые показывают свою надежность при работе на местах, экономичные и безопасные в использовании на протяжении десятилетий.

### Множество оснований говорить о надежности

Прежде всего, мы соблюдаем требования к качеству, которым решили следовать неуклонно. Каждый завод по производству трансформаторов Siemens реализует нашу систему управления качеством в соответствии с DIN ISO 9001:2000. Только те трансформаторы, которые успешно прошли всестороннее испытание, будут затем использоваться на практике.

Siemens предлагает комплексное обслуживание, от консультации и разработки, через процесс производства, транспортировку и ввод в эксплуатацию, к управлению жизненным циклом трансформатора.

### 100 лет опыта – 100 % увлеченность решением ваших задач

Уже более ста лет энергоснабжающие компании и промышленные предприятия полагаются на трансформаторы Siemens. Масштабность и близость – оба эти аспекта окажутся выгодными при сотрудничестве с Siemens. Являясь одним из мировых лидеров по производству трансформаторов, наша компания предлагает разработанную экспертную сеть и в то же время становится вашим партнером, который обеспечивает выполнение всех требований заказчиков более чем в 190 странах.

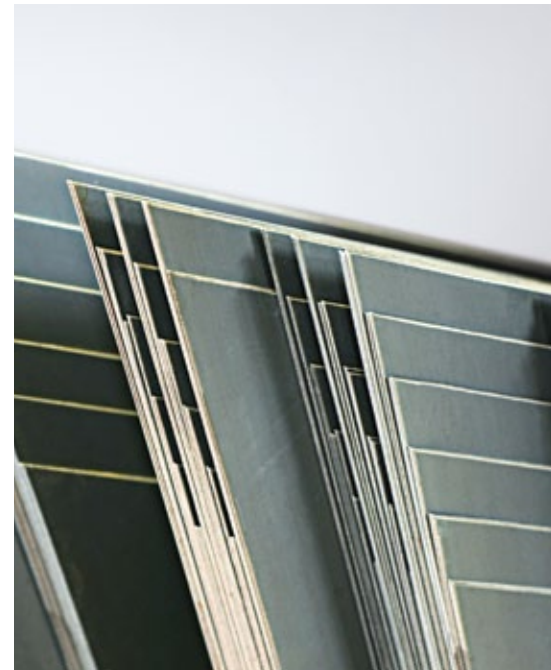


## Для работ с высокой мощностью: 200 МВА и выше

Содержание	Страница
Трансформируя практическое применение в производственные показатели	2
Для работ с высокой мощностью: 200 МВА и выше	3
Филигранная работа в производстве тяжеловеса: стальной сердечник	4
Прецизионная работа вокруг: намотка	5
Инновационные решения в действии: регулирование напряжения	6
Защитное покрытие: бак	7
Больше чем набор деталей: окончательная сборка	8
Для длительной службы трансформатора: правильное охлаждение	9
Гарантия качества и докуменальное оформление: завершающая проверка	10
Силовые трансформаторы Siemens эксплуатируются по всему земному шару	11

Для работы в диапазоне мощности выше 200 МВА требуются, прежде всего, генераторные и сетевые трансформаторы с переключателями ответвлений под нагрузкой и без нагрузки или их комбинации.

Трансформаторы Siemens могут соответствовать всем без исключения требованиям в качестве многообмоточных или автотрансформаторов, в трехфазном или однофазном исполнении. Пределы возможностей не достигаются даже при номинальной мощности 1000 МВА и напряжении до 765 кВ (800 кВ). Мы производим устройства в соответствии с требованиями стандарта IEC 60076, а также других международных и национальных стандартов (например, ANSI/IEEE/GOST (ГОСТ)).



## Филигранная работа в производстве тяжеловеса: стальной сердечник

При производстве сердечника точность является решающим фактором для последующей эффективности трансформатора. Силовые трансформаторы Siemens – это стержневые трансформаторы с обмотанными и свободными от обмоток стержнями сердечника, расположенными на одном уровне и соединенными ярмом.

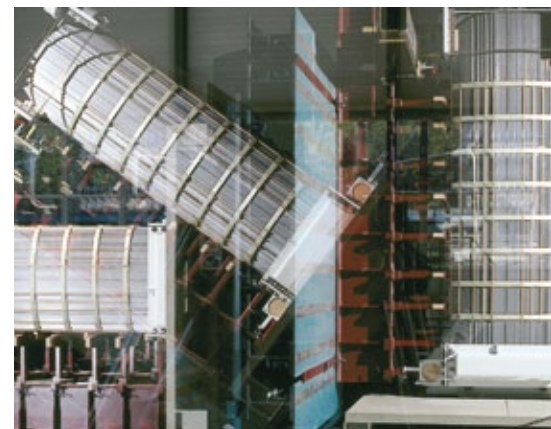
Мы с гордостью называем производство такого высококачественного компонента нашей «стержневой компетентностью». Достигается это путем применения высококлассной холоднокатаной листовой стали толщиной 0,3 мм и менее. В зависимости от требований используется также и материал, подвергающийся лазерной обработке.

Нарезка материала проходит под контролем новейших систем цифрового управления, которые позволяют осуществлять нарезку так называемым методом *step-lap*, когда на стыках достигаются оптимальные пределы текучести. С другой стороны, такой способ служит основанием для меньших потерь и минимизации уровня шума в режиме холостого хода.

Прецизионная работа:  
слой за слоем

Шаг первый – нарезка материала. Сначала рулоны стали разделяются по вдоль без задиrow, а затем нарезаются по необходимой форме. Компьютерный контроль обеспечивает надежную точность с минимальными отклонениями.

Шаг второй – укладка слоев с применением новейших устройств. Разработанный для сердечников трансформаторов весом в несколько сотен тонн, гидравлический стол перемещает стальной сердечник из горизонтального в вертикальное положение. Для транспортировки используются грузовые поддоны на воздушной подушке.





## Прецизионная работа вокруг: намотка

Ежедневно трансформаторы подвергаются высоким электрическим и механическим нагрузкам. Поэтому компания Siemens использует дисковые обмотки с высокой механической устойчивостью и достаточной эксплуатационной надежностью. Обмотка делается из медной проволоки. Тип обмотки, используемый для конкретного трансформатора, зависит от необходимых параметров мощности и напряжения.

### Для высокого напряжения: плоские катушки

Для работы с высоким напряжением предпочтительно использование плоских катушек. Они представляют собой катушки с непрерывной обмоткой, разделенные поперечными и продольными вентиляционными каналами для масляного охлаждения. Производится вертикальная и горизонтальная намотка. Непрерывная обмотка плоских катушек сводит к минимуму наличие спаек. Точные системы контроля обеспечивают неизменное давление и натяжение, а опытные намотчики отслеживают каждую операцию.

### Для низкого напряжения: цилиндрические катушки

Для работы с низким напряжением успешно используются рядовые обмотки. Они представляют собой цилиндрические катушки, расположенные одна над другой и разделенные продольными маслопроводами.

Переплетенные проводники снижают дополнительные потери. Они состоят из переплетенной профилированной проволоки.



Намотки для предельных мощностей требуют использования сложных схем. Наше решение – использовать обмотки с транспозицией проводников даже для наивысших параметров напряжения.



Тщательная дополнительная обработка играет важную роль в подготовке обмоток к работе на высоком уровне. Для этого обмотку подтягивают, высушивают под постоянным давлением, пропитывают маслом, измеряют и при необходимости поправляют.





## Инновационные решения в действии: регулирование напряжения

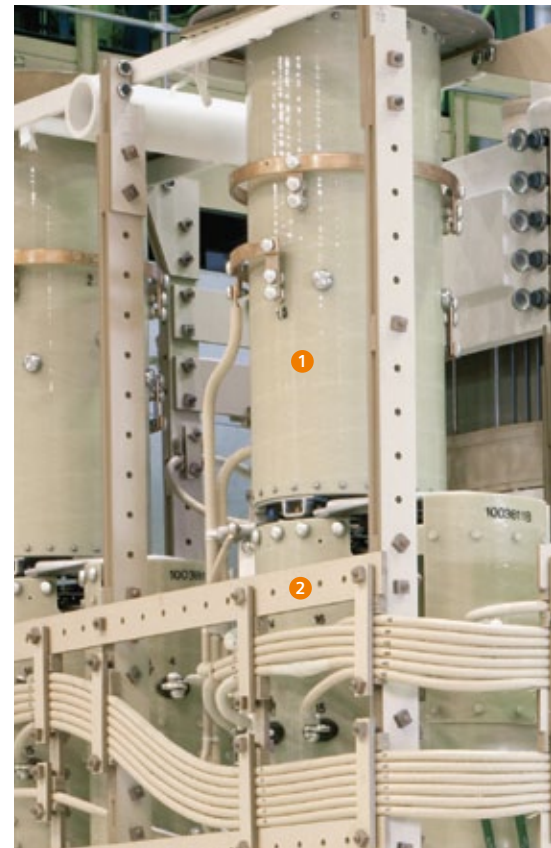
Для того чтобы безопасно и быстро настроить параметры для работы в условиях системы, в силовых трансформаторах Siemens используется обмотка с ответвлениями. Ее преимущества – это возможность постепенного изменения параметров как в условиях отсутствия нагрузки посредством переключателей ответвлений без нагрузки, так и при нагрузке посредством переключателей ответвлений под нагрузкой.

Переключатели ответвлений без нагрузки обычно приводятся в действие вручную, а переключатели ответвлений под нагрузкой оснащены специальными приводными механизмами. Ими можно управлять на месте или удаленно.

Использование переключателя ответвлений под нагрузкой для регулирования напряжения под нагрузкой

1 Переключатель ответвлений под нагрузкой размещается в наполненном маслом изоляционном баке, который надежно отделяет переключатель от охлаждающего масла трансформатора. Одновременно он предотвращает образование продуктов распада от соприкосновения дуги с маслом трансформатора.

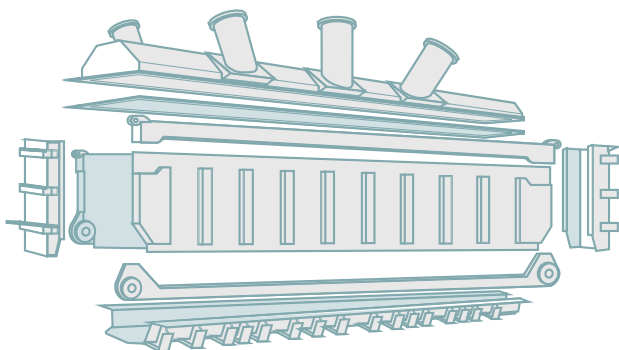
2 Устройство приводится в действие в условиях отсутствия нагрузки и непосредственно контактирует с маслом трансформатора.





## Защитное покрытие: бак

Еще один важный компонент помимо сердечника и обмотки – это бак. Его активная часть и масляное наполнение часто вместе весят несколько сотен тонн. Несомненно, бак должен обладать статической безопасностью и иметь маслонепроницаемую конструкцию наряду с оптимальным весом. Высококласная защита от коррозии – это основа долгой службы бака.



### Доставка заказчику

Габариты и вес трансформаторов требуют особых условий их транспортировки. Этот тип бака, изготовленного отдельными частями, крепится на петлях к вагону-транспортеру сочлененного типа с двумя прицепными тележками (Schnabel car) как свободно стоящая центральная часть.





## Больше чем набор деталей: окончательная сборка

Сердечник, обмотки, штампованные детали, переключатели ответвлений и соединительные кабели составляют активную часть трансформатора. Особое внимание уделяется механической устойчивости обмоток.

С помощью зажимного кольца для обмоток стержней можно с высокой точностью регулировать положение отдельных намоток. Это важно для минимизации осевого усилия. При необходимости усилие зажима регулируется после просушки гидравлической системой высокой точности. Активная часть проходит сушку в паровой фазе.

После этого все болтовые соединения активной части проверяются и закрепляются. Затем активная часть, температура которой все еще достигает 100 °С, устанавливается в бак и наполняется высококлассным изоляционным маслом под действием вакуума. Когда встроенные части, такие как приводной рабочий механизм, сборные распределительные устройства, втулки и контрольно-измерительные устройства установлены, трансформатор достигает исходного состояния и готов к прохождению окончательной проверки.

Захватывающее зрелище

Активная часть, прошедшая сушку в паровой фазе под действием вакуума температурой 130 °С, перемещается в бак.



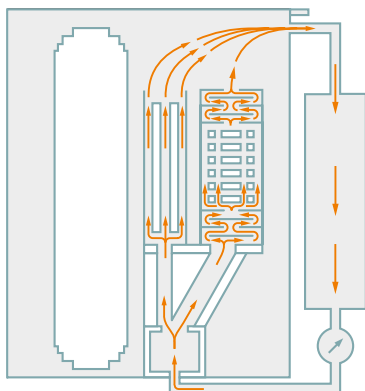




## Для длительной службы трансформатора: правильное охлаждение

Для того чтобы трансформатор работал надежно в течение длительного периода, необходима эффективная система охлаждения.

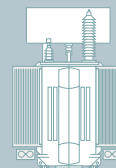
Для охлаждения трансформаторов свыше 200 МВА используются различные методы. Прежде всего, это масляно-воздушные системы охлаждения ONAN (М), ONAF (Д), OFAF (ДЦ) и ODAF (НДЦ), а также масляно-водяные системы охлаждения OFWF (Ц) и ODWF (НЦ). Радиаторы масляно-воздушной и масляно-водяной системы охлаждения могут быть установлены на трансформаторе или отдельно.



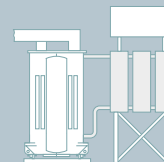
Эффективное охлаждение больших трансформаторов достигается направленной циркуляцией масла через обмотки.

### Методы охлаждения

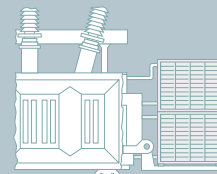
Встроенные радиаторы с вентиляторами или без вентиляторов (ONAF (Д)/ONAN (М))



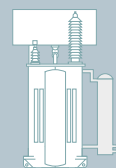
Отдельные радиаторы (ONAN (М)/ONAF (Д)/OFAN (МЦ)/OFAF (ДЦ)/ODAN (НМЦ)/ ODAF (НДЦ))



Встроенная система воздушного охлаждения (OFAF (ДЦ)/ODAF (НДЦ))



Встроенный масляно-водяной охладитель (OFWF (Ц)/ODWF (НЦ))





## Гарантия качества и докуменальное оформление: завершающая проверка

Каждый поставляемый нами трансформатор должен пройти ряд серьезных заключительных испытаний в собственных лабораториях по тестированию Siemens. Проверка охватывает стандартные тесты диэлектрика, включая выдерживаемое импульсное напряжение при ударе молнии, а также испытания на нагрев и широкий ряд специальных тестов по определению сопротивления изоляции, гармоника и уровня шума. Испытания на устойчивость к короткому замыканию проводятся в утвержденных институтах, отвечающих международным стандартам.

Таким образом, вы можете быть уверены в проверенном качестве. Силовые трансформаторы Siemens – одни из самых надежных в мире.

Наша система гарантии качества охватывает путь трансформатора от момента заказа до передачи клиенту, а при необходимости, и весь его жизненный цикл. Например, важным пунктом является станция высоковольтного испытания.



# Силовые трансформаторы Siemens эксплуатируются по всему земному шару

Силовые трансформаторы требуются для подачи энергии все большему и большему количеству людей в условиях растущей экономики.

Компания Siemens – партнер энергоснабжающих компаний и промышленных предприятий по всему миру, поэтому примеры нашей работы носят глобальный характер. Будь то в Южной Америке, Азии или Европе, в условиях пустынной местности и даже в таких сложных условиях, как на глубине 15 метров под землей. Благодаря нашим техническим решениям тысячи заводов работают эффективно и надежно.

Когда же у нас появится возможность представить здесь именно ваш проект?



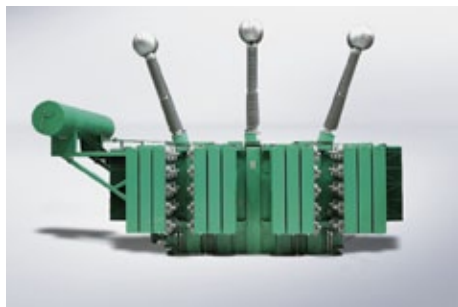
## Гидроэнергия в Китае

15 трехфазных генераторных повышающих трансформаторов мощностью 800/1092 МВА (класс напряжения 550 кВ) поставлено на крупнейшую в мире гидроэлектростанцию нашим заводом в Нюрнберге, Германия.



## Шепот в Нью-Йорке

Трехфазный автотрансформатор мощностью 420 МВА (класс напряжения 345 кВ) с крайне низким уровнем шума. Оптимизация активной части привела к сокращению уровня шума на 20 дБ (А). Поставлен нашим заводом в Вайце, Австрия.



## Высокоэффективная работа на внутреннем рынке энергетики в Мексике

Три генераторных повышающих трансформатора мощностью 420 МВА (класс напряжения 375 кВ) были доставлены на две крупнейшие гидроэлектростанции в штате Коауила на севере Мексики нашим заводом в Гуанахуато.



## Превосходное бразильское качество для США

Два трехфазных автотрансформатора мощностью 800 МВА (класс напряжения 345 кВ), сконструированные для одно-временной нагрузки ВН, НН и третичной обмотки в соответствии со стандартами ANSI/IEEE (C57.12.00), поставлены нашим заводом в Жундиаи, Сан-Паулу, Бразилия.



## Низкие потери для жарких регионов

Трехфазный сетевой трансформатор мощностью 320 МВА (класс напряжения 245 кВ) для работы при крайне высокой температуре окружающей среды в Абу-Даби (52 °С) поставлен в специальном исполнении, обеспечивающем низкие потери, нашим заводом в Нюрнберге, Германия.

Издательство и авторское право © 2011:

Siemens AG  
Energy Sector  
Freyeslebenstrasse 1  
91058 Erlangen, Германия

Siemens AG  
Energy Sector  
Transformers Division  
Katzwanger Strasse 150  
90461 Nuremberg, Германия  
Электронная почта: t-sales.ptd@siemens.com

ООО "Сименс", Москва  
Сектор Энергетики  
"Передача Энергии"  
ул.Большая Татарская, 9  
Москва, 151184  
Российская Федерация  
Факс: +7 495/223 39 39  
Электронная почта: info.ru@siemens.com

ООО "Сименс трансформаторы"  
г.Воронеж, 394056  
индустриальный парк "Масловский"  
ул.Солдатское поле 299р  
Факс: +7 473/233 18 20  
Электронная почта: sales.stv.ru@siemens.com

Для получения дополнительной информации  
свяжитесь с нашим центром поддержки заказчиков.  
Тел.: +49 180/524 70 00  
Факс: +49 180/524 24 71  
(плата в зависимости от телефонной компании)  
Электронная почта: support.energy@siemens.com

Power Transmission Division  
Заказ № E50001-G640-A148-X-5600  
Printed in Germany  
Dispo 19200, c4bs № 7483  
ТН 101-111097 472582 WS 10110.3

Напечатано на бумаге из сырья, обработанного  
отбеливающим средством без содержания хлора.

Все права сохранены.  
Упомянутые в настоящем документе  
товарные знаки являются собственностью  
компании Siemens AG, ее филиалов, или  
других соответствующих владельцев.

Информация может быть изменена  
без предварительного уведомления. Информация  
в настоящем документе содержит общие описания  
доступных технических решений, которые могут  
не быть применимыми во всех случаях. По этой  
причине требуемые технические решения должны  
быть указаны в контракте.