



# Гибкая технология преобразования электроэнергии

Силовые трансформаторы мощностью до 200 МВА

Answers for energy.

**SIEMENS**

**SIEMENS**  
siemens-russia.com



## Индивидуальные решения обеспечивают надежное электроснабжение

Силовые трансформаторы представляют собой важные связующие звенья между электростанциями и электросетями, а также электросетями с различными уровнями напряжения. Тем не менее, каждый трансформатор и каждое место эксплуатации отличаются конкретными требованиями, например, по напряжению, мощности, исполнению с учетом условий окружающей среды, топографии сети, допустимому уровню шума, а также другим факторам. Следовательно, каждый трансформатор имеет индивидуальное исполнение, почти сравнимое с отпечатком пальцев.

Предлагаемые компанией Siemens партнерские взаимоотношения являются при этом связующим элементом. Учитывая конкретные требования заказчиков, специалисты компании Siemens разрабатывают самые высококачественные решения. В результате компания изготавливает силовые трансформаторы, отвечающие любым требованиям в части экономичности, эксплуатационной готовности, экологичности и срока службы, при минимальной потребности в техобслуживании на протяжении десятилетий.

### Качество продукции и сервисное обслуживание в любых условиях

Качество трансформаторов Siemens определяется множеством факторов. Все производственные предприятия нашей компании внедрили систему управления качеством, сертифицированную по стандарту DIN ISO 9001:2000. Перед вводом в эксплуатацию каждый трансформатор в обязательном порядке подвергается жестким и комплексным испытаниям.

Непрерывность процессов также является определяющим фактором качества продукции. Компания Siemens обеспечивает ее как общий результат согласованных между собой услуг, включающих в себя весь жизненный цикл проекта: консультации, конструкторские работы, изготовление, транспортировку, пусконаладку, а также пожизненное сервисное обслуживание трансформаторов (Transformer Lifecycle Management™ (TLM™)).

### Качественные консультационные услуги в любой точке земного шара

Что побуждает энергоснабжающие и промышленные предприятия вот уже в течение столетия доверять трансформаторной технике компании Siemens? Во-первых – это наше присутствие на местных рынках. Как один из ведущих производителей трансформаторов, компания Siemens предоставляет в распоряжение своих заказчиков плотную сеть представительств, осуществляющих сбыт и сервисное обслуживание и оказывающих техническую поддержку. Во-вторых – это экспертные знания специалистов и их приверженность к делу: задача заказчика становится нашей задачей. На это могут полагаться все заказчики компании Siemens более чем в 190 странах мира.



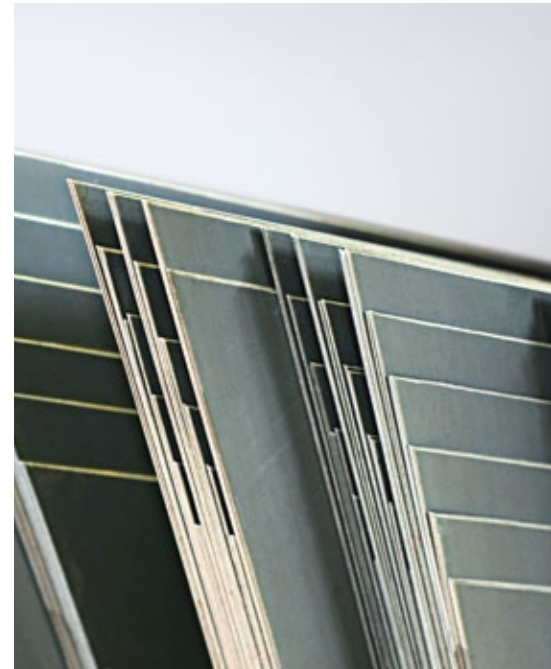
# Трансформаторы для любого спектра задач в диапазоне до 200 МВА

Содержание	Стр.:
Индивидуальные решения обеспечивают надежное электроснабжение	2
Трансформаторы для любого спектра задач в диапазоне до 200 МВА	3
Максимальная эффективность внутренних компонентов: ферромагнитный сердечник	4
Прецизионные и долговечные обмотки	5
Регулирование напряжения для любых режимов сети	6
Бак как надежная защита тяжелых компонентов	7
Части образуют целое: окончательная сборка	8
Эффективное охлаждение трансформатора в любых условиях	9
Окончательный контроль обеспечивает длительный срок службы	10
Силовые трансформаторы Siemens: история мирового успеха	11

Диапазон мощности до 200 МВА представляет собой классическую область применения станционных и сетевых трансформаторов. При этом они могут иметь различные варианты исполнения: с переключателями ПБВ, со ступенчатыми переключателями РПН либо комбинированное исполнение, а также с размещением переключающих систем как таковых под крышкой или под колпаком бака.

Разумеется, трансформаторы Siemens могут быть выполнены с учетом любых требований. Спектр продукции охватывает силовые и автотрансформаторы в трех- или однофазном исполнении. Привлекательность соответствующего технического исполнения для энергоснабжающих и промышленных предприятий заключается в универсальности применения, повышенной маневренности и минимальной потребности в техобслуживании.

При проектировании и изготовлении учитываются специфические требования заказчика, а также национальные и международные стандарты (IEC, ANSI/IEEE и т. д.).



## Максимальная эффективность внутренних компонентов: ферромагнитный сердечник

Внедрение определяющих технологических операций на ранней стадии производства: наряду с обмоткой ферромагнитный сердечник также оказывает значительное влияние на КПД готового трансформатора. Компания Siemens выпускает трансформаторы стержневого типа, у которых стержни сердечника с обмотками и без них расположены в одной плоскости, а ярмо является соединительным элементом между ними.

Качество сердечника определяется, в том числе, и используемыми пластинами. Компания Siemens применяет исключительно высококачественные, холоднокатаные пластины, которые, в зависимости от конкретных требований, могут быть подвергнуты лазерной обработке.

Механическое оборудование, оснащенное современным ЧПУ, обеспечивает точность раскроя пластин, используемых для шихтовки с перекрытием (по технологии «step-lap»), до миллиметра. Такая шихтовка обеспечивает равномерность распределения магнитного потока на стыках, в результате чего достигается сокращение потерь и снижение уровня шума на холостом ходу в режиме эксплуатации.

Достижение цели с максимальной точностью

Первая технологическая операция – раскрой пластин. Вначале выполняется продольная безоблойная нарезка заготовок, затем – окончательный раскрой отдельных пластин. Системы ЧПУ обеспечивают соблюдение самых жестких допусков.



Вторая технологическая операция – шихтовка сердечника. После шихтовки, ферромагнитный сердечник поворачивается из горизонтального положения шихтовки в вертикальное положение для монтажа.





## Прецизионные и долговечные обмотки

В процессе эксплуатации обмотки трансформаторов должны выдерживать высокие электрические и механические нагрузки. Используемые компанией Siemens обмотки из медного провода оправдали себя на практике. Высокая механическая прочность этих компонентов является основой безопасного и надежного функционирования трансформаторов – вне зависимости от типа обмотки, выбираемой с учетом параметров мощности и напряжения.

### Дисковые обмотки для высоких напряжений

При высоких напряжениях рекомендуется использование обмоток из дисковых катушек. Непрерывно намотанные катушки, разделенные радиальными и осевыми каналами для масляного охлаждения, выполнены без паяных соединений. Такие обмотки изготавливаются на вертикальных и горизонтальных намоточных станках. Прецизионные системы управления обеспечивают постоянное усилие прижима и натяжение провода, в то время как опытные специалисты вкладывают свое «ноу-хау» в каждую технологическую операцию.

### Многослойные обмотки для низких напряжений

Низкие напряжения являются сферой применения многослойных обмоток. Их основное отличие заключается в том, что цилиндрические катушки концентрично расположены друг над другом и разделены осевыми масляными каналами.

Транспонированные провода, состоящие из большого числа скрученных прямоугольных эмалированных проводников, сокращают дополнительные потери до минимума.



Транспонированные провода с сетчатой оплеткой: наше эффективное и проверенное альтернативное решение по сравнению с проводами с бумажной изоляцией в диапазоне напряжений до 52 кВ.



Тщательная подготовка к тяжелым условиям эксплуатации: прессовка обмоток, сушка при постоянном усилии, пропитка маслом, точные замеры и, при необходимости, геометрическая выверка.





## Регулирование напряжения для любых режимов сети

Типичной особенностью силовых трансформаторов компании Siemens является регулирующая обмотка с отводами, позволяющая надежно и просто в ступенчатом режиме приводить коэффициент трансформации в соответствие с текущим режимом сети – как в обесточенном состоянии, с помощью переключателей ПБВ, так и под нагрузкой, посредством ступенчатых переключателей РПН.

Как правило, управление переключателями ПБВ осуществляется вручную, в то время как ступенчатые переключатели РПН оснащены собственными электроприводами с местным или дистанционным управлением.

**Ступенчатые переключатели РПН для регулирования напряжения под нагрузкой:**

Все большее распространение получают вакуумные ступенчатые переключатели, не в последнюю очередь, благодаря увеличению интервалов техобслуживания и снижению его трудоемкости. Оба фактора способствуют существенному снижению затрат на жизненный цикл трансформатора.

**Вакуумные выключатели:**

Вакуумные выключатели – опробованные в практических условиях устройства, применяемые в компании Siemens уже с 1993 года.

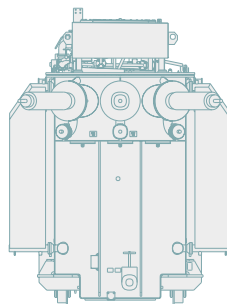




## Бак как надежная защита ТЯЖЕЛЫХ КОМПОНЕНТОВ

Бак является одним из основных компонентов трансформатора. Он вмещает в себя активную часть и масло. В готовом исполнении бак весит от 100 до 150 тонн. В данном случае компания Siemens делает ставку на конструкцию, сочетающую в себе относительно низкую собственную массу со статической прочностью и высокой герметичностью. Кроме того, высококачественная коррозионная защита значительно определяет долговечность компонента.

По требованию заказчика большая часть трансформаторов в диапазоне мощности до 200 МВА может быть изготовлена в легкотранспортируемом исполнении.



На пути к заказчику:  
Габаритные размеры и масса трансформаторов предъявляют высокие требования к перевозке.





## Части образуют целое: окончательная сборка

Активная часть трансформатора состоит из сердечника, обмоток, прессующих пластин, ступенчатых переключателей и соединительных проводников. При этом особое значение придается механической стабильности обмоток.

Для всех обмоток одного стержня предусмотрено одно общее прессующее кольцо, которое позволяет точно зафиксировать геометрию обмоток. Это является существенным условием для минимизации осевого усилия сдвига. Затем активная часть подвергается сушке в паровой фазе, а высокоточная регулировка усилия натяжения обмоток осуществляется при помощи гидравлического устройства.

После проверки и фиксации всех болтовых соединений активной части, нагретой еще почти до 100°C, ее устанавливают в бак и под вакуумом заливают высококачественным трансформаторным маслом. По завершении периода выдержки после монтажа всего навесного оборудования, такого как приводные двигатели, распределительные шкафы, выводы или устройства текущего контроля, трансформатор готов к окончательному контролю.

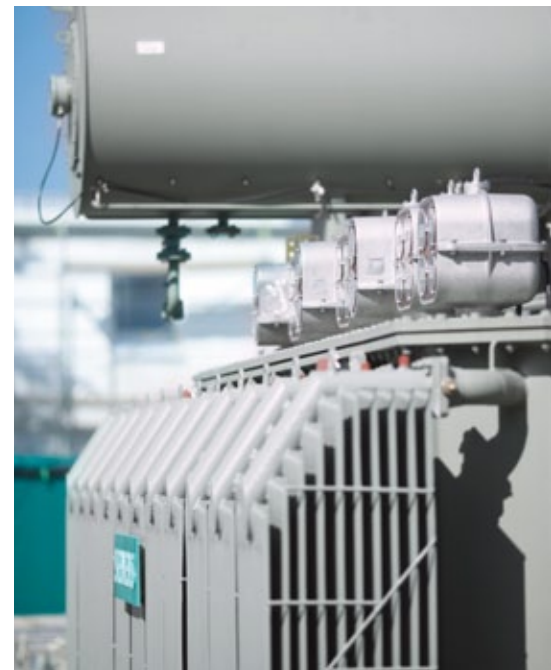
Важная операция окончательной сборки:

Во избежание впитывания элементами изоляции атмосферной влаги, активная часть после сушки как можно скорее устанавливается в бак



Вакуумирование трансформатора и заливка трансформаторного масла.

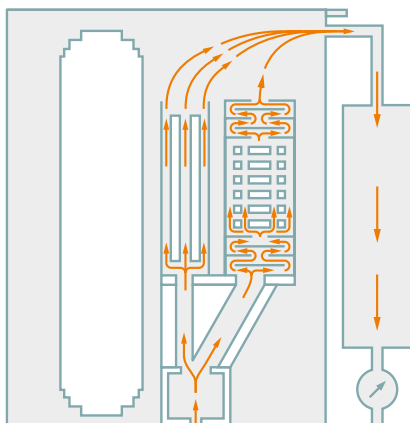




# Эффективное охлаждение трансформатора в любых условиях

Эффективность системы охлаждения трансформатора в значительной мере определяет длительность его срока службы и постоянно высокую эксплуатационную надежность.

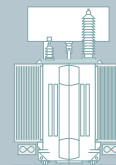
При этом выбор системы охлаждения полностью зависит от требований заказчика. Наиболее распространенными являются воздушно-масляные системы типа «М» (ONAN), «Д» (ONAF), «ДЦ» (OFAF) и «НДЦ» (ODAF), а также масляно-водяные системы типа «Ц» (OFWF) и «НЦ» (ODWF). Радиаторные батареи, а также воздушно-масляные или масляно-водяные системы охлаждения либо выполняются навесными, либо устанавливаются отдельно.



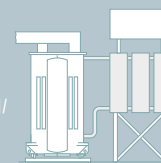
Более эффективное охлаждение посредством направленного потока масла в обмотках.

## Системы охлаждения:

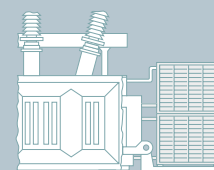
Навесные радиаторы с принудительной или естественной циркуляцией воздуха (ONAF/ONAN)



Отдельно установленная батарея радиаторов (ONAN/ONAF/OFAN/OFAF/ODAN/ODAF)

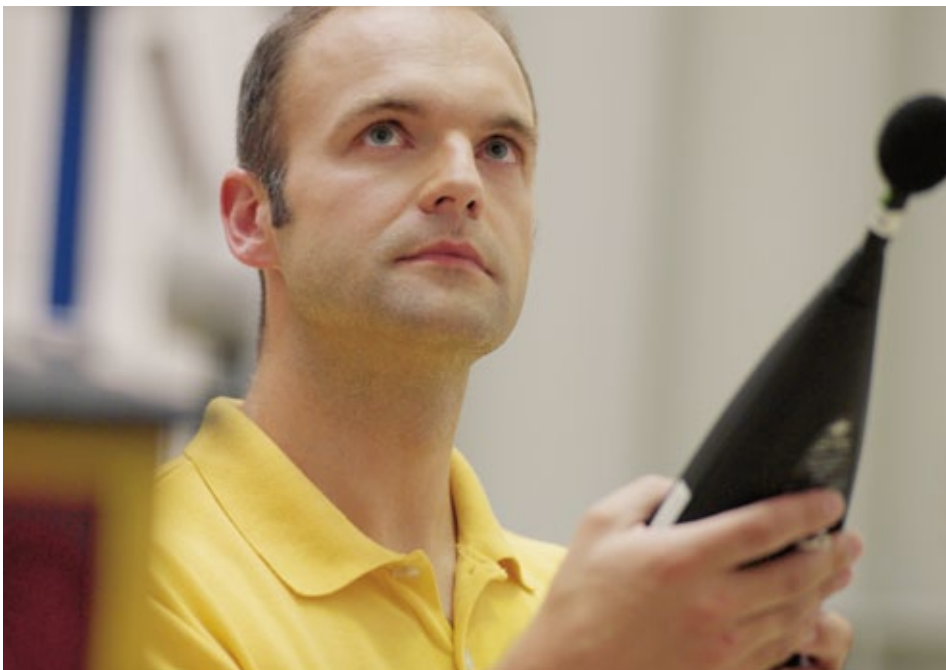


Навесная система воздушного охлаждения (OFAF/ODAF)



Навесной масляно-водяной охладитель (OFWF/ODWF)





## Окончательный контроль обеспечивает длительный срок службы

Перед отгрузкой заказчику каждый трансформатор проходит жесткий окончательный контроль. На собственных испытательных стендах компании Siemens оборудование подвергается целому ряду испытаний, по завершении которых завод покидают только трансформаторы безупречного качества. Контроль включает в себя как поштучные испытания и испытания под напряжением (включая напряжение грозовых импульсов), так и испытания на нагрев, а также широкий спектр специальных испытаний, например, определение уровня шума или высших гармоник.

В отношении продукции Siemens заказчик может уверенно положиться на то, что качество – это не только результат контроля и испытаний, а изо дня в день реализуемая на практике философия нашей компании. Не случайно силовые трансформаторы Siemens считаются самыми надежными в мире.

Процесс обеспечения качества начинается уже с момента обработки заказа и сопровождает весь путь трансформатора до сдачи заказчику. По требованию заказчика сопровождение может осуществляться на протяжении всего срока службы трансформатора. На фото справа показан важный этап: испытания на стенде высокого напряжения.



# Силовые трансформаторы Siemens: история мирового успеха

Растущая численность населения и все быстрее растущие народные хозяйства требуют надежного обеспечения электроэнергией. При этом силовые трансформаторы играют решающую роль.

Компания Siemens – глобальный игрок на мировом рынке. Она сотрудничает с производителями энергии и промышленными предприятиями во всем мире, осуществляя свою деятельность на всех континентах и в любых климатических зонах: в мегаполисах, пустынях и даже в особенно затруднительных условиях – на глубине 15 метров под землей.

Компания Siemens реализовала десятки тысяч успешных проектов. Некоторые из них представляем здесь вниманию заказчика.



**Электростанция «Пауэрлинк»  
(Австралия)**

Трансформаторы с отдельно установленной радиаторной батареей оснащены оптическими датчиками температуры и снабжают электроэнергией город Брисбен (Австралия).



**Лиллегрунд (Швеция)**

Работа на шельфе – данный трансформатор Siemens на 120 MVA, ONAN, 138/33 кВ выдержит любые шторма, волнения и непогоду.



**Нью-Йорк (США)**

В самом центре города – малошумный силовой трансформатор для компании Con Edison, который удовлетворяет особенно жестким требованиям по уровню шума в октавном диапазоне.



**От пустыни до мегаполиса (Пакистан)**

Трехфазный сетевой трансформатор на 31,5/40 MVA (132/11,5 кВ). Его опорная поверхность аналогична опорной поверхности трансформатора на 20 MVA, поэтому он может быть установлен в самых различных местах – в пустыне, в равнинной местности, в городе и т. д.



**Рио Бихао (Гондурас)**

«Сделано в Гондурасе» – это по праву знак качества компании Cementos del Norte S.A. (CENOSA). Силовые трансформаторы Siemens на 15 MVA, 138/4, 16 кВ вносят свой немалый вклад в надежность и безопасность производства.



**Абу-Даби (ОАЭ)**

В этот бурно развивающийся город на берегу Персидского залива компания Siemens в период с 2000 по 2006 год поставила в общей сложности 50 трансформаторов мощностью 40 MVA/145 кВ.



**Карвоейру (Португалия)**

Представленный трансформатор на 220/66/10 кВ изготовлен для португальского производителя электроэнергии REN (Redes Energeticas Nacionais). Он оснащен системой охлаждения ONAN/ONAF, весит порядка 200 тонн и оснащен встроенным реактором для защиты от короткого замыкания.



**Мсила (Алжир), цементный завод**

Надежность и в самых суровых условиях: этот трехфазный трансформатор на 45/55 MVA, 220 кВ для цементного завода в Мсиле работает в условиях повышенной загрязненности, в пустынном климате и при постоянно высокой нагрузке.

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-A106-V1-5600  
Напечатано в Германии  
Dispo 19200, c4bs №. 7483  
ТН 101-111081 472562 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.