

Ю. Савинцев

*Экспертный анализ  
рынка силовых  
трансформаторов  
России*

Часть 1. I – III габарит

**Ю. Савинцев**  
**Экспертный анализ рынка**  
**силовых трансформаторов**  
**России. Часть 1. I – III габарит**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=12846137](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=12846137)*

*ISBN 9785447433734*

**Аннотация**

В книге на основе экспертизы произведена оценка потребности рынка силовых трансформаторов, прежде всего в силовых трансформаторах с новыми улучшенными электротехническими характеристиками и на конкретных значениях показана экономическая выгодность таких трансформаторов для конечного потребителя. На основе многолетнего сбора данных по заводам и личного знакомства с предприятиями приведены профили и перечень заводо-конкурентов, производителей трансформаторного оборудования.

# Содержание

Оценка потребностей рынка силовых трансформаторов I – III габарита	6
Конец ознакомительного фрагмента.	13

# Экспертный анализ рынка силовых трансформаторов России Часть 1. I – III габарит

**Ю. Савинцев**

© Ю. Савинцев, 2017

ISBN 978-5-4474-3373-4

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

*В книге на основе экспертизы произведена оценка потребности рынка силовых трансформаторов, прежде всего в силовых трансформаторах с новыми улучшенными электро-техническими характеристиками и на конкретных значениях показана экономическая выгодность таких трансформаторов для конечного потребителя.*

*На основе уникальной математической модели структуры трансформаторного парка ЕНЭС страны приведена оценка спроса на конкретные ассортиментные позиции силового распределительного трансформаторного оборудования в заданном временном интервале.*

*Дана также оценка в рублевом выражении емкости российского рынка силовых трансформаторов I – III габарита.*

*На основе многолетнего сбора данных по заводам и личного знакомства с предприятиями приведены профили и перечень заводов-конкурентов, производителей трансформаторного оборудования.*

*В книге представлено авторское сегментирование рынка потребителей силовых трансформаторов и приведены в табличном виде основные характеристики действующих заводов, основные сегменты рынка потребителей, ассортиментный перечень спроса по мощностям и количеству по Федеральным округам и средние рыночные цены на основные типы трансформаторов.*

# **Оценка потребностей рынка силовых трансформаторов I – III габарита**

**Оценка потребности рынка в качественно новых характеристиках силовых трансформаторов I – III габарита.**

С тех пор как принят Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», потребность в качественном изменении характеристик силовых трансформаторов резко возросла.

А в последнее время актуальность темы возросла еще и из-за кризисных явлений в экономике.

**Поэтому при рассмотрении актуальности проекта крайне необходимо учесть не только количественные потребности рынка, но и последние вызовы и сигнала с рынка в аспекте качественного улучшения характеристик трансформаторов.**

Представленный ниже экспертный материал позволяет оценить перспективы и возможности **вывода на рынок не только обычных силовых трансформаторов нового**

## **производителя, но и нового инновационного востребованного продукта.**

Конструкция силовых трансформаторов, как масляных, так и сухих, уже более столетия является практически неизменной: магнитопровод, обмотки, бак (для масляных трансформаторов). Все изменения в ней обычно не революционные, а эволюционные». Действительно, на смену горячекатаным маркам электротехнической стали пришли холоднокатаные, на смену меди для обмоток стали использовать алюминий, способ шихтовки магнитопровода «прямой стык» изменился на «косой стык», толстостенный бак с расширительным бачком уступает место герметичному тонкостенному гофробаку и т. д.

Эволюционность вектора развития конструкции силового трансформатора экономически определяется противоборством двух тенденций: 1) требование рынка к удешевлению трансформатора в целом как товара; 2) необходимость применения более дорогих технологий для изготовления трансформатора как товара с более привлекательными потребительскими свойствами. Сформированные законом спроса и предложения рыночные цены на новые силовые трансформаторы (например, рыночная цена на российский ТМГ-1000/10/0.4 составляет примерно 475 000 рублей у разных производителей) жестко удерживают собственников трансформаторных заводов от революционного развития конструкции трансформатора, т.к. это приведет к его

резкому удорожанию. А кому захочется стать аутсайдером рынка, пусть и с инновационной продукцией?

Но сегодня энергоэффективность любого хозяйства, хоть коммерческого, хоть личного – уже не благое пожелание. Потери энергии – это потерянные финансовые средства; рост потерь – это тренд, ведущий к банкротству без всяких преувеличений. И наоборот сокращение потерь энергии – это тренд, ведущий к росту благосостояния. А сокращения потерь электроэнергии в значительной мере можно добиться именно революционным изменением конструкции трансформатора и материалов, в нем используемых.

Прежде чем сделать обзор уже разработанных и разрабатываемых радикальных изменений в трансформаторостроении, теоретически определим возможные способы повышения энергоэффективности силового трансформатора.

Коэффициент полезного действия силового трансформатора  $\eta$  выражается известной формулой, рекомендуемой ГОСТом:

$$\eta = 1 - (\beta^2 P_k + P_x) / (\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + \beta^2 P_k + P_x),$$

где  $P_k$  – мощность потерь короткого замыкания, Вт;

$P_x$  – мощность потерь холостого хода, Вт;

$\beta$  – коэффициент нагрузки;

$S_{\text{ном}}$  – номинальная мощность трансформатора  $V \cdot A$ ;

$\cos \varphi_2$  – коэффициент мощности.

Несмотря на нелинейность зависимости, легко видеть, что передаваемая во вторичную цепь мощность будет увеличиваться, если:

Коэффициент нагрузки  $\beta$  будет оптимальным.

Коэффициент мощности  $\cos\varphi_2$  будет увеличиваться (в идеале – до единицы).

Мощность потерь  $P_x$  будет уменьшаться.

Мощность потерь  $P_k$  будет уменьшаться.

А теперь развернем теоретические выводы п.п.1...3 в направления совершенствования конструкции силового трансформатора.

*Пункты 1 и 2.* Оптимальный коэффициент нагрузки – это прежде всего отсутствие колебаний напряжений в сети, как в первичной, так и во вторичной. Высокий коэффициент мощности – это компенсация реактивной мощности. Т.е. очевидной является необходимость так называемой «умной сети» (Smart Grid, как ее называют в англоязычных странах). Термин «Smart Grid» означает построение интеллектуальной электрической распределительной сети, позволяющей на фоне устаревания основных фондов и увеличения объемов потребления повысить рентабельность, надежность и безотказность работы, снизить потери в сетях. Также эти системы направлены на гораздо более эффективную эксплуатацию, оптимизацию и распределение нагрузки в сети, что снижает потребность в масштабных капитальных затратах

на новые подстанции и линии электропередач. В условиях чрезвычайных происшествий Smart Grid позволяет быстрее реагировать на ситуацию и восстанавливать работоспособность сети. При применении различных моделей тарификации для конечных потребителей, «умная» инфраструктура обеспечивает двустороннюю связь с потребителями и активно способствует сокращению электропотребления и снижению пиковых нагрузок. При этом в такие сети легко впоследствии интегрировать и возобновляемые источники энергии. Что все вышесказанное означает с точки зрения конструкции силового трансформатора? Чтобы скомпенсировать колебания напряжения, необходимо переключаться с одной вторичной обмотки на другую, с отличающимся числом витков. В настоящее время наиболее перспективным признаю использование в качестве электронных переключателей тиристоров – полупроводниковых устройств, использующих свойства p-n перехода. Реализация проекта повысит качество электрической энергии, что означает не только стабильность напряжения, но также и более надежную топологию энергетической сети. Так, в настоящее время напряжение в сети регулируется трансформаторами, в которых переключения между обмотками осуществляется электромеханическим способом. Учитывая же, что в некоторых случаях такое переключение должно длиться не более одной секунды, мы получим «на выходе» быстрый износ контактов. Проблему может решить отказ от электромеханических переключе-

телей и переход к твердотельным, использующим свойства полупроводникового перехода. Надежность таких переключателей существенно выше. Однако, и управлять ими существенно сложнее.

*Пункт 3.* Уменьшение мощности потерь холостого хода  $P_x$  (потерь в магнитопроводе), очевидно, связано с изменением конструкции и материала магнитопровода.

Наиболее перспективный путь снижения затрат на производство и эксплуатацию силовых распределительных трансформаторов – это применение магнитопроводов из аморфных (нанокристаллических) сплавов, при этом обеспечивается более чем пятикратное снижение потерь холостого хода трансформаторов по сравнению с магнитопроводами из холоднокатаной электротехнической стали.

Сегодня силовые распределительные трансформаторы с сердечником из аморфной стали серийно выпускаются в США, Канаде, Японии, Индии, Словакии. Всего в мире уже изготовлено 60 – 70 тыс. единиц трансформаторов мощностью 25 – 100 кВА, примерно 1000 единиц прошли успешные многолетние испытания в различных энергосистемах. Наибольших успехов добились США и Япония. Японская фирма «Hitachi» в сотрудничестве с американской «Allied Signal» выпустила на рынок гамму силовых трансформаторов (мощностью от 500 до 1 тыс. кВА), сердечник которых изготовлен из аморфного сплава. Как показали испытания, он позволяет сократить потери энергии в сердечнике

трансформатора на 80% по сравнению со стальным аналогом. По оценке, если бы во всех действующих в мире трансформаторах установить сердечники из аморфных металлов, среднегодовая экономия энергии составила бы 40 млн. кВт\*ч. Недостатком сердечников из аморфных материалов является их более высокая стоимость по сравнению с традиционными материалами – у японской фирмы эта разница достигает 15 – 20%. Компания «Allied Signal» производит аморфный сплав для трансформаторов на заводе в г. Конуэй (США). Его цена не превышает стоимости кремнистой стали – 2 – 2,5 долл./кг. Тем не менее, руководство фирмы утверждает, что производство таких сердечников обходится дороже в силу большего потребления металла и неотработанности технологического процесса. Еще одной проблемой является усложнение процесса изготовления сердечника по мере увеличения его размеров. Японской фирме с этой целью пришлось освоить специальную технологию. «Allied Signal» имеет два завода по выпуску сердечников из аморфных сплавов: один в Индии (с 1993 г) и другой в КНР (в г. Шанхай с 1996 г). Годовая мощность последнего составляет 450 т, в ближайшее время предполагается ее увеличение в три раза. Фирмы – партнеры рассчитывают на сбыт силовых трансформаторов с сердечником из аморфных металлов на рынках стран с дорогой электроэнергией.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.