

УДК 621.311

**АМОΡФНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ  
AMORPHOUS TRANSFORMERS**

С.А. Афанасьев

Научный руководитель – С.В. Константинова, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
S. Afanasiev

Supervisor – S. Konstantinova, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** Рассматривается вопрос потерь энергии в распределительных трансформаторах и их влияние на экологию. Одним из наиболее эффективных решений является применение трансформаторов с аморфным сердечником, которые характеризуются высокой энергоэффективностью и низким уровнем потерь. Представлены преимущества и недостатки данной технологии, а также основные аспекты конструкции аморфных сердечников.

**Abstract:** The paper considers the problem of energy losses in distribution transformers and their impact on the environment. One of the most effective solutions is the use of transformers with amorphous core, which are characterized by high energy efficiency and low losses. Advantages and disadvantages of this technology as well as the main aspects of amorphous core design are presented.

**Ключевые слова:** трансформатор, энергия, магнитопровод, преобразование напряжения.

**Keywords:** transformer, energy, magnetic conductor, voltage conversion.

**Введение**

С каждым годом все большее значение приобретают технологии, способствующие сохранению природных ресурсов и снижению вредных выбросов. В энергетике эта задача частично решается за счет развития трансформаторов с аморфными сердечниками, которые отличаются повышенной энергоэффективностью. Такие трансформаторы позволяют снизить потери, связанные с преобразованием напряжения, и сократить нагрузку на природные ресурсы, тем самым снижая вредное воздействие на окружающую среду.

**Основная часть**

Для изменения уровней напряжения переменного тока активно используются трансформаторы. Появляются новые виды изоляционных материалов, магнитопроводов, электротехнические стали, совершенствуются способы укладки магнитопроводов.

В настоящее время внимание привлекают трансформаторы с магнитопроводом из аморфной стали.

Первые трансформаторы, магнитопроводы которых были выполнены из аморфной стали появились в 2000-х годах. Мощность трансформаторов составляла  $S = 630$  кВА. Наиболее активно изготовление таких трансформаторов ведется в США, Китае и Индии

С 2009 года, европейские компании вводят в опытную эксплуатацию ряд трансформаторов ( $S = 400$  кВА) с сердечником из аморфной ленты. В 2012 г. производство аморфных трансформаторов начала компания «Трансформер».

Трансформаторы с аморфным сердечником – представляют собой новый тип трансформаторов, сердечник которого изготовлен из аморфного металла. Аморфный металл представляет собой сплав, в котором отсутствует периодичность расположения атомов, в отличие от электротехнической стали. Также эти сплавы имеют большую устойчивость к коррозии, чем кристаллические сплавы. Использование такого материала позволяет значительно уменьшить вибрацию и шум трансформатора и обеспечить большую экономию энергии. Сердечник такого трансформатора изготовлен из аморфной металлической ленты, которая крепится в однослойную форму вокруг сердечника (рис. 1).



Рисунок 1 – Аморфный сердечник

Как известно, 30% всех технических потерь в энергосистеме приходится на распределительные трансформаторы, КПД трансформаторов зависит от его потерь – потерь холостого хода  $P_0$  (постоянные потери, или, потери в стали трансформаторов, связанные с перемагничиванием) и потери короткого замыкания  $P_{кз}$  (переменные, связанные с величиной тока в обмотках, влияющие на нагрев).

Удельные потери холостого хода силовых трансформаторов с аморфным магнитопроводом (рис. 2) меньше в 3-4 раза, чем аналогичные потери в сердечниках трансформаторов из электротехнической стали. Аморфные трансформаторы имеют меньшие габаритные размеры, что облегчает их установку в небольших по объему пространствах, что является привлекательным для энергетики.

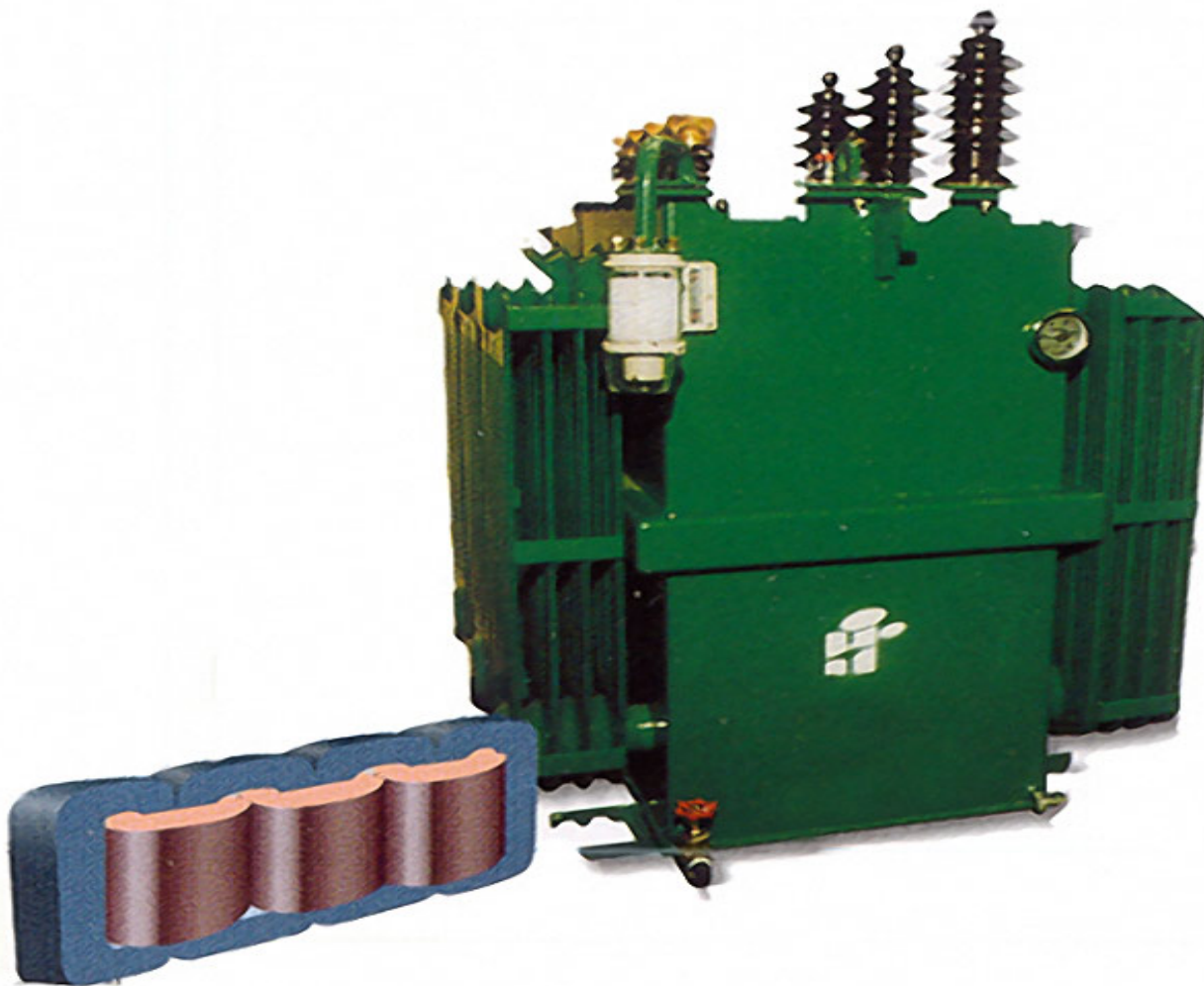


Рисунок 2 – Трансформатор с аморфным магнитопроводом

Типовая мощность трансформатора с аморфным магнитопроводом 16-1000 кВА., номинальное высшее напряжение (обмотка ВН) 3,15-35 кВ., номинальное низшее напряжение (обмотка НН) 0,23-10,5 кВ., частота 50-60 Гц.

Преимуществами такого трансформатора является высокий уровень КПД, который равен 97%.

Благодаря своей эффективности трансформаторы с аморфным сердечником помогают снизить выбросы углекислого газа в атмосферу.

Трансформаторы из аморфных сплавов имеют ряд недостатков:

- полосы сердечника из аморфных сплавов чувствительны к нагрузкам и характеристики склонны к ухудшению при работе на холостом ходу после воздействия напряжения, поэтому конструкции стоит уделять особое внимание.
- низкая магнитная плотность насыщения сердечников из аморфного сплава.
- ограничение максимальной длины полосы.
- полоса из аморфного сплава очень тонкая, её толщина составляет 0,03 мм.

### Заключение

Трансформаторы с аморфными сердечниками представляют собой перспективное решение для энергосбережения и повышения экологической устойчивости. Несмотря на существующие недостатки, такие как высокая чувствительность к нагрузкам и ограничение длины аморфных полос, эти устройства позволяют сократить потери энергии и снизить выбросы углекислого газа. Внедрение данной технологии в широкую эксплуатацию способствует экологически чистому энергетическому переходу и оптимизации энергосистем.

### Литература

1. Силовые аморфные трансформаторы [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://transformator.ru/press\\_center/the\\_press/2012/silovye-amorfnye-transformatory-budushchee-v-nastoyashchem/](https://transformator.ru/press_center/the_press/2012/silovye-amorfnye-transformatory-budushchee-v-nastoyashchem/) – Дата доступа 01.11.2024.
2. Трансформатор с аморфным сердечником [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.alloystrip.com/news/what-is-an-amorphous-core-transformer-70800341.html> – Дата доступа: 01.10.2022.